Е.М. Муравьев

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО





Е. М. Муравьев

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО

Учебное пособие для учащихся
8—11 классов средней школы

2-е ИЗДАНИЕ, ДОРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ

МОСКВА
«ПРОСВЕЩЕНИЕ»
1990

ББК 34.671я72
М91

Рецензенты:

кандидат технических наук
А. К. Шульга,
кандидат педагогических наук
А. Ф. Ктиторов

?! — вопросы — задания
! — правила безопасной работы

Муравьев Е. М.
М91 Слесарное дело: Учеб. пособие для учащихся 8—11 кл. сред. шк.— 2-е изд., дораб. и доп.— М.: Просвещение, 1990.— 176 с.: ил.— ISBN 5-09-002811-7
Первое издание вышло в 1984 г.

М $\frac{4306022000-283}{103(03)-90}$ инф. письмо — 90, доп. № 1 **ББК 34.671я72**

Учебное издание

МУРАВЬЕВ ЕВГЕНИЙ МИХАЙЛОВИЧ

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО
Учебное пособие для учащихся 8—11 классов средней школы
Зав. редакцией *Т. С. Дагаева*
Редактор *Е. С. Забалуева*
Мл. редактор *О. В. Котенкова*
Художественный редактор *Т. В. Бусарова*
Технический редактор *Т. П. Локтионова*
Корректор *Н. С. Соболева*

ИБ № 12773

Сдано в набор 31.07.89. Подписано к печати 05.12.89. Формат 60×90 1/16. Бум. типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 11+0,25 форзац. Усл. кр.-отт. 11,81. Уч.-изд. л. 11,36+0,42 форзац. Тираж 496 000 экз. Заказ 588. Цена 40 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 410004, Саратов, ул. Чернышевского, 59.

ISBN 5-09-002811-7

Введение

В народном хозяйстве СССР используется огромное количество самых разнообразных видов машин, аппаратов, приборов и оборудования.

Все это многообразие техники выпускает машиностроительная промышленность. Она обеспечивает оборудованием, машинами, механизмами, приборами и аппаратами предприятия всех отраслей народного хозяйства нашей страны. От производительности, экономичности и эксплуатационной надежности применяемых машин зависит уровень развития любого производства.

В настоящее время в нашей стране осуществляется радикальная экономическая реформа. Необходимость этой реформы была продиктована во многом тем, что сложившаяся ранее система централизованного планирования и управления работой предприятий сдерживала инициативу трудовых коллективов, мешала проявлению социалистической предприимчивости, не стимулировала снижение издержек производства и повышение качества продукции. Существовало и серьезное отставание в использовании достижений науки, передовой техники и технологии в производстве, что привело к снижению темпов механизации и автоматизации труда, к тому, что еще значительная часть работающих в нашей стране занята ручным трудом.

Решающее значение в осуществлении реформы и подъеме экономики нашей страны имеет приоритетное развитие машиностроения как основы технического прогресса.

Создание и внедрение в промышленность, сельское хозяйство, строительство и другие отрасли народного хозяйства новой техники, эксплуатация современных машин, механизмов, приборов и аппаратов требуют подготовки специалистов высокой квалификации. Современный рабочий должен грамотно эксплуатировать сложную технику, оснащенную совершенными приборами, электрическими, гидравлическими и пневматическими устройствами. С ростом механизации и автоматизации меняется характер труда в современном производстве. В содержании труда рабочего все большее место занимают функции планирования, расчета, налад-

ки, управления сложной техникой и технологическими процессами.

Профессия слесаря является одной из наиболее распространенных. Слесарные работы нужны не только в машиностроении, но и во многих других отраслях промышленности и сельского хозяйства. Они очень разнообразны: слесари-сборщики собирают различные машины и механизмы, слесари-ремонтники выполняют техническое обслуживание и ремонт машин и механизмов, слесари-инструментальщики изготавливают инструменты, штампы и приспособления, слесари по монтажу техники, приборов и коммуникаций занимаются установкой оборудования, подводом к нему энергии и другими монтажными работами.

С ростом механизации и автоматизации значение слесарных профессий возрастает, так как от деятельности слесарей в значительной мере зависят качество изготавливаемой продукции и бесперебойная работа средств механизации и автоматизации производственных процессов.

Труд слесаря на современном предприятии — это творческий труд. Непрерывно усложняющееся оборудование, с которым имеет дело слесарь, требует от него теоретических знаний, умения разбираться в сложных механизмах и решать задачи, возникающие в процессе сборки, эксплуатации и ремонта техники.

Данное учебное пособие поможет вам овладеть основами профессии слесаря. В первой части книги последовательно изложены теоретические сведения, раскрывающие сущность технологических процессов обработки металлов, а также сведения об орудиях, средствах и предметах труда слесаря. Во второй — даны инструкции к лабораторно-практическим работам, описаны приемы выполнения основных слесарных и слесарно-сборочных работ.

В третьей части сосредоточены необходимые справочные материалы теоретического и практического характера, которые могут быть использованы вами как на теоретических занятиях, так и на практических работах и в производительном труде.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Раздел первый. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОБЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ

Глава I. **МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

1. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

К машиностроительным материалам относятся металлы и их сплавы, древесина, пластмассы, резина, картон, бумага, стекло и др. Наибольшее применение при изготовлении машин получили металлы и их сплавы.

Металлы и их сплавы обладают высокой теплопроводностью и электрической проводимостью, ковкостью, блеском и другими характерными свойствами.

В технике все металлы и сплавы принято делить на черные и цветные. К черным металлам относятся железо и сплавы на его основе. К цветным — все остальные металлы и сплавы. Для того чтобы правильно выбрать материал для изготовления деталей машин с учетом условий их эксплуатации, механических нагрузок и других факторов, влияющих на работоспособность и надежность машин, необходимо знать внутреннее строение, физико-химические, механические и технологические свойства материала.

Металлы и их сплавы в твердом состоянии имеют кристаллическое строение. Их атомы (ионы, молекулы) располагаются в пространстве в строго определенном порядке и образуют *пространственную кристаллическую решетку.*

Наименьший комплекс атомов, который при многократном повторении в пространстве воспроизводит решетку, образует элементарную кристаллическую ячейку.

Форма элементарной кристаллической ячейки определяет совокупность свойств металлов: блеск, плавкость, теплопроводность, электропроводность, обрабатываемость и анизотропность (различие свойств в различных плоскостях кристаллической решетки).

Пространственные кристаллические решетки образуются при переходе металла из жидкого состояния в твердое, т. е. в процессе *кристаллизации.* Процессы кристаллизации впервые были изучены русским ученым Д. К. Черновым.

Кристаллизация состоит из двух стадий. В жидком состоянии металла его атомы находятся в непрерывном движении. При понижении температуры движение атомов замедляется, они сближаются и группируются в кристаллы. Образуются так называемые центры кристаллизации (первая стадия). Затем идет рост кристаллов вокруг этих центров (вторая стадия). Вначале кристаллы растут свободно. При дальнейшем росте кристаллы отталкиваются, рост одних кристаллов мешает росту соседних, в результате чего образуются группы кристаллов неправильной формы, которые называют зернами.

Размер зерен существенно влияет на эксплуатационные и технологические свойства металлов. Крупнозернистый металл имеет низкую сопротивляемость удару, при его обработке резанием трудно получить поверхность с малой шероховатостью. Размеры зерен зависят от природы металла и условий кристаллизации.

Методы изучения структуры металла. Исследование структур металлов и сплавов производится с помощью макро- и микроанализа, а также другими способами.

Методом *макроанализа* изучается макроструктура, т. е. строение металла, видимое невооруженным глазом или с помощью лупы. Макроструктуру определяют по изломам металла или по макрошлифам.

Макрошлиф представляет собой образец металла или сплава, одна из сторон которого отшлифована и протравлена кислотой или другим реактивом. Этим методом выявляются крупные дефекты: трещины, усадочные раковины, газовые пузыри, неравномерность распределения примесей в металле и т. д.

Микроанализ позволяет определить размеры и форму зерен, структурные составляющие, качество термической обработки, выявить микродефекты. Микроанализ проводится по микрошлифам с помощью микроскопа (современные металлографические микроскопы дают увеличение до 2000, а электронные — до 25 000).

Микрошлиф — это образец металла, имеющий плоскую полированную поверхность, подвергнутую травлению слабым раствором кислоты или щелочи для выявления микроструктуры.

Свойства металлов. Свойства металлов обычно подразделяют на физико-химические, механические и технологические. Физико-химические и механические свойства твердых тел, в том числе и металлов, вам знакомы из курсов физики и химии. Остановимся на рассмотрении некоторых механических и технологических свойств, важных с точки зрения обработки металлов.

Под *механическими свойствами*, как известно, понимают способность металла или сплава сопротивляться воздействию внешних сил. К механическим свойствам относят прочность, вязкость, твердость и др.

Прочность характеризует свойство металла или сплава в определенных условиях и пределах, не разрушаясь, воспринимать те или иные воздействия внешних сил.

Важным свойством металла является ударная вязкость — сопротивление материала разрушению при ударной нагрузке.

Под твердостью понимают свойство материала сопротивляться внедрению в него другого, более твердого тела.

Механические свойства материалов выражаются через ряд показателей (например, пределы прочности при растяжении, относительное удлинение и сужение и т. д.).

Пределом прочности $\sigma_в$ при растяжении или временным сопротивлением разрыву называется условное напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, которую выдерживает образец в процессе испытания до разрушения:

$$\sigma_в = \frac{P_в}{S_0},$$

где $P_в$ — максимальная нагрузка; S_0 — площадь поперечного сечения образца до разрыва.

В качестве характеристик пластичности используют относительное удлинение образца при растяжении:

$$\delta = \frac{l_к - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

где $l_к$, l_0 — длины образцов соответственно после и до разрыва.

Показателем пластичности является относительное сужение образца:

$$\psi = \frac{S_к - S_0}{S_0} \cdot 100\%,$$

где ψ — относительное сужение; $S_к$, S_0 — площадь поперечного сечения образца соответственно после и до разрыва.

Ударную вязкость определяют на маятниковых копрах, где автоматически фиксируется угол подъема маятника после разрушения стандартного образца; затем по таблице находят работу удара, затраченную на каждом образце (Дж).

На некоторых типах копров работу удара $A_к$ определяют по специальному указателю на приборе. Зная ее величину, по формуле вычисляют ударную вязкость:

$$a_к = \frac{A_к}{S},$$

где S — площадь поперечного сечения образца, м^2.

$$A_к = GH - Gh,$$

где G — сила тяжести маятника, Н; H, h — высота подъема маятника соответственно до и после удара, м.

Твердость металлов и сплавов определяют в основном с помощью трех методов, названных по именам их изобретателей: метод Бринелля, метод Роквелла и метод Виккерса.

Измерение твердости по методу Бринелля заключается в том, что с помощью твердомера ТШ в поверхность испытуемого металла вдавливается стальной закаленный шарик диаметром 2,5, 5 или 10 мм под действием статической нагрузки P Отношение нагрузки к площади поверхности отпечатка (лунки) дает значение твердости, обозначаемое HB.

Измерение твердости по Роквеллу осуществляется с помощью прибора ТК вдавливанием в испытуемый металл шарика диаметром 1,59 мм или алмазного конуса с углом при вершине 120° (для особо твердых сталей и сплавов). Показания твердости определяются по индикатору прибора.

Измерение твердости по Виккерсу производится с помощью прибора ТП вдавливанием в металл алмазной четырехгранной пирамиды с углом при вершине $\alpha = 136°$. По длине диагонали полученного отпечатка с помощью таблицы находят число твердости HV.

Применение того или иного метода зависит от твердости испытуемого образца, его толщины или толщины испытуемого слоя. Например, методом Виккерса пользуются для измерения твердости закаленных сталей, материалов деталей толщиной до 0,3 мм и тонких наружных цементированных, азотированных и других поверхностей деталей.

К основным технологическим свойствам металлов и сплавов относятся следующие:

ковкость — способность металла подвергаться ковке и другим видам обработки давлением;

жидкотекучесть — свойство расплавленного металла заполнять литейную форму во всех ее частях и давать плотные отливки точной конфигурации;

свариваемость — свойство металла давать прочные сварные соединения;

обрабатываемость резанием — свойство металлов подвергаться обработке режущими инструментами для придания деталям определенной формы, размеров и шероховатости поверхности.

?! 1. Как подразделяются в технике все металлы и сплавы? 2. Каково внутреннее строение металлов и сплавов? 3. Какими методами изучается структура металла? 4. Чем характеризуются механические свойства металлов? 5. Как определяются прочностные свойства металлов? 6. Назовите основные технологические свойства металлов.

2. ЧУГУН

Чугуном называется сплав железа с углеродом, содержащий 2,14...6,67% углерода.

Чугун обладает хорошими литейными качествами. Он является

сырьем для выплавки стали. Получают чугун из железной руды с помощью топлива и флюсов.

Получение чугуна — сложный химический процесс. Он состоит из трех стадий: восстановления железа из окислов, превращения железа в чугун и шлакообразования. Подробно этот процесс рассматривается в курсе химии.

Свойства чугуна зависят главным образом от содержания в нем углерода и других примесей, неизбежно входящих в его состав: кремния (до 4,3%), марганца (до 2%), серы (до 0,07%) и фосфора (до 1,2%).

Углерод — один из главных элементов в чугуне. В зависимости от количества и состояния входящего в сплав углерода получаются те или иные сорта чугуна. С железом углерод соединяется двояко: в жидком чугуне углерод находится в растворенном состоянии, а в твердом — в химически связанном с железом или в виде механической примеси в форме мелких пластинок графита.

Кремний — важнейший после углерода элемент в чугуне, он увеличивает его жидкотекучесть, улучшает литейные свойства и делает чугун более мягким.

Марганец повышает прочность чугуна.

Сера в чугуне — вредная примесь, вызывающая красноломкость (образование трещин в горячих отливках). Она ухудшает жидкотекучесть чугуна, делая его густым, вследствие чего он плохо заполняет форму.

Фосфор понижает механические свойства чугуна и вызывает хладноломкость (образование трещин в холодных отливках).

В зависимости от состояния, в котором углерод находится в чугуне, чугун подразделяется на белый (углерод в химическом соединении с железом в виде цементита FeC) и серый (свободный углерод в виде графита).

Белый чугун очень твердый и хрупкий, плохо поддается литью, трудно обрабатывается режущим инструментом. Он обычно идет на переплавку в сталь или на получение ковкого чугуна и поэтому называется передельным.

Серый чугун наиболее широко применяется в машиностроении. Он мало пластичен и вязок, но легко обрабатывается резанием, применяется для малоответственных деталей и деталей, работающих на износ. Серый чугун с высоким содержанием фосфора (0,3—1,2%) жидкотекуч и используется для художественного литья.

Серый чугун маркируется буквами и числами, например СЧ 12. Буквы СЧ обозначают серый чугун, число — предел прочности (в кгс) при испытании на разрыв.

В зависимости от химического состава и назначения чугуны подразделяют на легированные, специальные, или ферросплавы, ковкие и высокопрочные чугуны.

Легированный чугун наряду с обычными примесями содержит

легирующие элементы: хром, никель, титан и др. Эти элементы улучшают твердость, прочность, износостойкость. Различают хромистые, титановые, никелевые чугуны. Их применяют для изготовления деталей машин с повышенными механическими свойствами, работающих в водных растворах, в газовых и других агрессивных средах.

Специальный чугун, или ферросплав, имеет повышенное содержание кремния или марганца. К нему относятся ферромарганец, содержащий до 25% марганца, и ферросицилий, содержащий 9...13% кремния и 15...25% марганца. Эти чугуны применяются при плавке стали для ее раскисления, т. е. для удаления из стали вредной примеси — кислорода.

Ковкий чугун получают термообработкой из белого чугуна. Он получил свое название из-за повышенной пластичности и вязкости (хотя обработке давлением не подвергается). Ковкий чугун обладает повышенной прочностью при растяжении и высоким сопротивлением удару. Из ковкого чугуна изготовляют детали сложной формы: картеры заднего моста автомобилей, тормозные колодки, тройники, угольники и т. д.

Маркируется ковкий чугун двумя буквами и двумя числами, например КЧ 37-12. Буквы КЧ означают ковкий чугун, первое число — предел прочности (кгс) на разрыв, второе число — относительное удлинение (%), характеризующее пластичность чугуна.

Высокопрочный чугун получают введением в жидкий серый чугун специальных добавок. Он применяется для изготовления более ответственных изделий, заменяя сталь (коленчатых валов, поршней, зубчатых колес и др.). Маркируется высокопрочный чугун также двумя буквами и двумя числами, например ВЧ 45-5. Буквы ВЧ обозначают высокопрочный чугун, а числа имеют то же значение, что и в марках ковкого чугуна.

?! 1. Что называется чугуном? 2. Как подразделяются чугуны в зависимости от химического состава и назначения? 3. Как маркируется и где применяется чугун различных видов?

3. СТАЛЬ

Сталью называется сплав железа с углеродом, содержащий до 2,1% углерода. Как и чугун, сталь имеет примеси кремния, марганца, серы и фосфора. Основное отличие стали от чугуна — это то, что сталь содержит меньшее количество углерода и примесей.

Сталь получают переплавкой металлолома или из передельного чугуна. Процесс получения стали из чугуна сводится к удалению излишнего углерода и понижению количества входящих в чугун примесей. В зависимости от химического состава стали делятся на углеродистые и легированные.

В состав *углеродистой стали* кроме углерода входит небольшое количество постоянных примесей (Si, Mn, S, P), попадающих в нее при выплавке. Главным элементом, определяющим свойства углеродистой стали, является углерод. Он повышает твердость, упругость, прочность, уменьшает пластичность и сопротивление ударным нагрузкам.

Кремний и марганец в небольшом количестве особого влияния на свойства стали не оказывают. Сера и фосфор считаются вредными примесями. Сера вызывает красноломкость, хрупкость при высоких температурах, уменьшает коррозионную стойкость. Фосфор увеличивает хрупкость и хладноломкость стали, т. е. хрупкость при обычных температурах. Однако в определенных дозах они необходимы для получения специальных свойств стали.

Углеродистая сталь, в свою очередь, подразделяется по назначению и качеству. По назначению она делится на конструкционную и инструментальную.

Конструкционная углеродистая сталь содержит до 0,6% углерода (как исключение допускается содержание углерода до 0,85%). По качеству конструкционная углеродистая сталь делится на сталь обыкновенного качества и качественную.

На металлургических заводах для различения этих сталей на торцах стальных прутков выбивают клеймо марки, условным цветом окрашивают торцы или наносят метки по окружности прутка (см. табл. 1 приложения 1).

Инструментальная углеродистая сталь содержит более 0,7% углерода. Она отличается твердостью и прочностью.

В *легированной стали* наряду с обычными примесями имеются один или несколько специальных элементов, улучшающих ее свойства: хром, вольфрам, молибден и др., а также кремний и марганец в сравнительно большом количестве.

Легирующие элементы по-разному влияют на свойства стали,— например, хром повышает твердость и коррозионную стойкость; вольфрам увеличивает твердость и красностойкость; молибден увеличивает красностойкость, прочность и сопротивление окислению при высоких температурах; марганец при содержании свыше 1% увеличивает твердость, износостойкость, стойкость против ударных нагрузок.

По назначению легированная сталь делится на три группы: конструкционную, инструментальную и сталь с особыми физическими и химическими свойствами.

Широкое применение в металлообработке имеет один из видов инструментальной легированной стали — быстрорежущая сталь. Главные достоинства этой стали — твердость и красностойкость (она не теряет твердости до 600 °С). Легирующими элементами в ней служат вольфрам (в количестве не менее 6%), хром (не менее 4%), а также кобальт, ванадий, молибден. Содержание углерода 0,7—1,1%. Наиболее распространенные марки быстрорежущей стали: Р9, Р18, Р6М3, Р6М5.

К сталям с особыми физическими свойствами относятся: магнитная и немагнитная стали, сталь, обладающая высоким электрическим сопротивлением, и сталь с особыми тепловыми свойствами.

Стали и сплавы с особыми химическими свойствами — коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные.

Особые физические и химические свойства сталей достигаются главным образом благодаря введению в них различных легирующих элементов. Например, стойкость против коррозии обеспечивается введением в нержавеющую сталь не менее 12% хрома.

Маркировка конструкционных, инструментальных и других сталей приведена в информационно-справочных материалах (см. табл. 2 приложения 1).

?! 1 Что называется сталью? 2. Как подразделяются стали в зависимости от химического состава и назначения? 3. Дайте характеристику различным видам легированной стали. 4. Дайте характеристику различным видам углеродистой стали. 5. Что представляют собой стали и сплавы с особыми физическими и химическими свойствами?

4. ТВЕРДЫЕ СПЕЧЕННЫЕ СПЛАВЫ И МИНЕРАЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Твердыми называются сплавы, в состав которых входят такие тугоплавкие элементы, как вольфрам, молибден, титан, хром и др. Эти элементы образуют с входящим в сплав углеродом исключительно твердые соединения — карбиды. Связкой в твердых сплавах служат кобальт, никель, железо и другие металлы.

По способу производства твердые сплавы делят на литые и спеченные.

Из *литых твердых сплавов* наиболее распространен сормайт. Он содержит в своем составе железо, углерод, никель, хром, кремний, марганец, фосфор и серу. Сормайт применяют для наплавки на рабочую поверхность новых или изношенных деталей и инструментов: штампов, ножей для резания металла, центров токарных станков и др. Наплавка осуществляется при помощи ацетилено-кислородного пламени или электрической дуги.

Спеченные твердые сплавы получают путем прессования и спекания порошков карбидов тугоплавких металлов — вольфрама, титана и тантала. Связующим материалом обычно служит кобальт. Большинство изделий из спеченных твердых сплавов выпускается в виде пластинок для оснащения рабочей части металлорежущего инструмента (резцов, сверл, фрез, разверток и др.) путем напайки или механического крепления к державкам.

Отечественная промышленность выпускает спеченные сплавы трех групп: однокарбидные — вольфрамовые (ВК), двухкарбидные — титановольфрамовые (ТК) и трехкарбидные — титанотанталовольфрамовые (ТТК).

Сплавы первой группы (например, ВК3, ВК8) применяются при обработке хрупких материалов: чугуна, бронзы и др.

Сплавы второй группы (Т5К10, Т15К6 и др.) предназначены для обработки более вязких материалов: стали, латуни и т. д.

Сплавы третьей группы (например, ТТ7К12) используют для грубой черновой обработки стальных поковок. Эти сплавы имеют более высокую прочность, чем сплавы ТК. Маркировка и применение твердых сплавов описаны в табл. 2 приложения 1.

Кроме спеченных твердых сплавов, в машиностроении применяют другой твердый и прочный инструментальный материал — *минералокерамические сплавы*. В отличие от спеченных они дешевы, так как не содержат дорогостоящих элементов: вольфрама, титана, кобальта и др. Изготовляются минералокерамические сплавы на основе окиси алюминия (Al_2O_3) — корунда путем тонкого размола, прессования и спекания. Применяют эти сплавы для оснащения рабочих частей режущего инструмента.

?! 1. Что такое твердые сплавы и как они подразделяются в зависимости от химического состава? 2. Как маркируются и где применяются различные группы твердых сплавов?

5. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

Цветные металлы и их сплавы находят широкое применение в машиностроении, электро- и радиотехнике, приборостроении и других отраслях промышленности благодаря многим ценным физико-химическим и механическим свойствам: большой электро- и теплопроводности, антифрикционным свойствам, пластичности и т. п.

Цветные металлы применяются главным образом в виде сплавов, так как в чистом виде они обладают малой прочностью. Наибольшее распространение в промышленности получили сплавы на основе меди, алюминия, олова, магния и других металлов.

Медь по своему значению в машиностроении является наиболее ценным техническим материалом. Она сплавляется со многими металлами, хорошо проводит электричество и тепло, уступая в этом отношении только серебру. Ее используют для изготовления электрических проводов, деталей электрооборудования и т. д.

Маркируется медь буквой М и порядковым номером (М00, М0, М1, М2, М3, М4). Чем больше цифра в марке меди, тем больше в ней примесей.

В значительной части медь используется для получения сплавов на медной основе: латуни, бронзы и др. Эти сплавы обычно прочнее меди. Они приобретают другие полезные свойства, поэтому их широко применяют в технике.

Латунью называется сплав меди с цинком. Содержание цинка в сплаве может колебаться от 4 до 45%. Чем больше цинка в латуни, тем выше ее механическая прочность. В состав латуни

кроме меди и цинка могут входить алюминий, никель, железо, марганец, олово и кремний. Такой сплав называется специальной латунью. Она имеет повышенную коррозионную стойкость, лучшие технологические и механические свойства.

Маркируется латунь следующим образом: буква Л означает название сплава — латунь, следующие за ней цифры указывают содержание меди в сплаве в процентах. Например, маркой Л63 обозначается латунь, содержащая 63% меди. Легирующие элементы специальных латуней обозначают: А — алюминий, Мц — марганец, К — кремний, С — свинец, О — олово, Н — никель, Ж — железо. В марках специальных латуней первые две цифры, стоящие за буквами, указывают среднее содержание меди в процентах, последующие цифры — содержание других элементов; остальное (до 100%) составляет цинк. Например, марка ЛМцЖ52-4-1 обозначает специальную латунь, содержащую около 52% меди, 4% марганца, 1% железа, остальное — цинк.

Бронзой называется сплав меди с оловом, алюминием, никелем и другими элементами. Бронза обладает высокими антифрикционными и механическими свойствами, а также хорошей коррозионной стойкостью. Она идет на изготовление арматуры и деталей механизмов, работающих во влажной атмосфере и в других агрессивных средах.

Бронзу маркируют буквами Бр. Далее следуют буквы, обозначающие элементы, входящие в состав сплава, с числовыми показателями их содержания. Например, БрОФ6,5-0,15 — бронза, содержащая 6—7% олова и около 0,15% фосфора, остальное — медь.

Алюминий обладает высокой электро- и теплопроводностью (но несколько худшей, чем медь). Наибольшее применение он нашел в электротехнической промышленности для изготовления проводов, кабелей, обмоток и т. д. Кроме того, алюминий используется в химической промышленности, в приборостроении, а также для получения алюминиевых сплавов.

Маркируется алюминий буквой А и цифрами, указывающими чистоту (наличие примесей) алюминия. Например, А99 — алюминий, содержащий 99,999% алюминия и 0,001% примесей.

Основная часть алюминия используется для получения сплавов, так как они имеют более высокие механические свойства.

Алюминиевые сплавы делятся на литейные и деформируемые (обрабатываемые давлением).

Литейные алюминиевые сплавы применяются при производстве деталей методом литья. Среди них наибольшее распространение получили сплавы алюминия с кремнием — силумины. Они обладают высокой жидкотекучестью, достаточно высокой прочностью, сопротивляются коррозии, хорошо обрабатываются резанием. Их используют для изготовления корпусов и крышек двигателей, поршней и т. д. Маркируются литейные алюминиевые сплавы буквами АЛ и кодирующей цифрой, обозначающей хими-

ческий состав сплава. Например, в сплаве АЛ2 содержится 10...12% кремния.

Распространенным *деформируемым алюминиевым сплавом* является д ю р а л ю м и н и й, основу которого составляют алюминий, медь и магний. Дюралюминий, как и другие деформируемые сплавы, применяют для получения листов, проволоки, ленты, фасонных профилей и различных деталей ковкой, штамповкой, прессованием. Его маркируют буквой Д и порядковым номером. Например, Д1, Д16, Д18.

Широкое применение в технике имеют сплавы олова и свинца с сурьмой и медью — *баббиты*. Баббитами заливают подшипники, работающие при большой нагрузке. Благодаря низкому коэффициенту трения они предохраняют шейки валов от изнашивания и облегчают смазывание трущихся поверхностей. Маркируются баббиты буквой Б и цифрами, показывающими процентное содержание олова в сплаве. Например, баббит Б83 содержит 83% олова.

Магний — самый легкий из всех применяемых в технике металлов. В промышленности магний обычно используется в виде сплавов с алюминием, марганцем, цинком и другими металлами. Все магниевые сплавы хорошо обрабатываются резанием и имеют сравнительно высокую прочность. Литейные магниевые сплавы обозначаются буквами МЛ и цифрами, обозначающими порядковый номер сплава, например МЛ2, МЛ3 и т. д. Деформируемые магниевые сплавы обозначаются: МА2, МА3 и т. д.

Магниевые сплавы используют в авиационной промышленности, в приборостроении и других отраслях.

?! 1. Какие цветные металлы и сплавы получили наибольшее распространение в промышленности? 2. Дайте характеристику этим сплавам и металлам.

6. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЛАСТМАССАХ И ДРУГИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Основные виды пластмасс. Пластмассы — распространенный конструкционный материал современной техники. Их широко используют в машиностроении, в электро- и радиотехнике, в строительстве, сельском хозяйстве, медицине и в быту. Из пластмасс изготовляют трубы, зубчатые колеса, подшипники и другие детали машин, электроизоляционные материалы, корпуса приборов и установок и многие бытовые изделия.

Пластмассы получают на основе природных или синтетических полимеров. Под влиянием нагревания и давления из них формуют изделия сложной конфигурации, приданная форма устойчиво сохраняется.

Пластмассы подразделяются на две группы: термопластичные (обратимые) и термореактивные (необратимые).

Термопластичные пластмассы при нагревании и под действием давления переходят в пластическое состояние, не претерпевая коренных химических изменений. Опрессованное и затвердевшее

изделие можно вновь размягчить и придать ему прежнюю форму. К этой группе относятся полиэтилен, полистирол, органическое стекло и др.

Полиэтилен — продукт полимеризации этилена. Характеризуется высокими антикоррозионными и диэлектрическими свойствами. Применяется в виде труб, листов, пленок и т. д. Полиэтилен широко используется как изоляционный материал для проводов и кабелей.

Полистирол является продуктом полимеризации стирола и имеет такие же свойства, как и полиэтилен. Детали из него получают литьем или прессованием с дальнейшей механической обработкой.

Из полистирола вакуумным формованием получают крупногабаритные детали и изделия (детали холодильников, раковин, ванны).

Органическое стекло — термопластичный полимер с высокой светопрозрачностью, значительной прочностью и малой плотностью. Оно легко формуется, сваривается, клеится и обрабатывается резанием. Из органического стекла изготавливают стекла для автомобильных фар и самолетов, стекла часов, детали различных приборов.

Термореактивные пластмассы под действием теплоты и давления подвергаются необратимым изменениям. Изделия из них нельзя размягчить и переработать заново. К этой группе пластмасс относятся текстолит, гетинакс, стеклопластики и другие материалы. В качестве наполнителя здесь применяются хлопчатобумажная ткань, бумага, асбестовая и стеклянная ткань, древесный шпон.

Текстолит изготовляют в виде листов и плит, стержней и труб. Наполнителем служит хлопчатобумажная ткань. Текстолит обладает высокой стойкостью к вибрациям, хорошими диэлектрическими и антифрикционными свойствами. Из него изготовляют подшипники, зубчатые колеса, прокладки, электропанели и щитки.

Гетинакс представляет собой прессованные листы, состоящие из нескольких слоев пропиточной или изоляционной бумаги, пропитанной специальными смолами. Он имеет те же свойства и применение, что и текстолит.

Стеклопластики — слоистые материалы, содержащие стекловолокнистый наполнитель и смолу. Для повышения химической и вибрационной стойкости вместо стеклянных волокон применяют полиэфирные (лавсан). Стеклопластики используют в судостроении и машиностроении, при изготовлении различных емкостей, в качестве облицовочных материалов.

Абразивные материалы. Абразивные материалы — это твердые горные породы и минералы, которые применяют при обработке конструкционных материалов. Их делят на природные (алмаз, корунд, кварц) и искусственные (синтетический алмаз, электрокорунд, карбид кремния).

На основе измельчения абразивных материалов (зерен) получают абразивные инструменты — шлифовальные шкурки и шлифовальные круги. С помощью абразивных инструментов выполняют такие операции, как шлифование, доводка, полирование.

Абразивные инструменты характеризуются зернистостью и твердостью, а также структурой, видом связки и формой.

Зернистость указывает на размер режущих зерен, применяемых в данном инструменте.

Твердость характеризует прочность удержания абразивных зерен в инструменте при помощи связки. Ее обозначают буквами: М — мягкий, СМ — среднемягкий, С — средний, СТ — среднетвердый, Т — твердый, ВТ — весьма твердый, ЧТ — чрезвычайно твердый, а также цифрами (например, М1, М2, М3 или СМ1, СМ2).

Структура определяется соотношением объемов абразивных зерен, связки и пор.

Связка представляет собой материал, скрепляющий зерна абразива для получения круга соответствующей формы и размеров. Связка удерживает зерна до их затупления, обеспечивая тем самым самозатачиваемость круга. Различают следующие связки: керамическая (К), бакелитовая (Б), вулканитовая (В) и др.

В зависимости от формы шлифовальные круги делятся на цилиндрические (гладкие и профильные), дисковые, чашечные, тарельчатые и др.

Все эти характеристики абразивного инструмента отражаются в его маркировке. Например, маркировка шлифовального круга ПП450 50 127ЗАЗЭ50С1Б означает: ПП — круг плоский прямоугольного профиля; 450 — наружный диаметр круга; 50 — высота круга; 127 — диаметр отверстия круга (все размеры в мм); ЗАЗ — Златоустовский абразивный завод; Э — электрокорунд; 50 — зернистость; С1 — средняя твердость 1; Б — бакелитовая связка.

Прокладочные материалы. Для герметизации, а также тепло- и электроизоляции разъемных частей механизмов и машин используют самые различные прокладки. Материалом для прокладок служит бумага, картон, резина, асбест, войлок и др.

Бумагу и картон применяют для изготовления прокладок, уплотняющих зазоры и устраняющих просачивание смазочных масел. Их используют и как тепло- и электроизоляционные материалы там, где нет высоких температур. Из бумаги, обработанной хлористым цинком, касторовым маслом и глицерином, получают фибру, применяемую для изготовления прокладок. Фибра — диэлектрик. Это материал прочный и стойкий к смазочным маслам, бензину и воде.

Для герметизации соединений деталей применяют прокладки из *маслостойкой резины.*

Широкое применение имеет *асбест*. Он обладает прочностью,

эластичностью, диэлектрическими свойствами, незначительной теплопроводностью и устойчивостью при температурах до 1500 °С. Асбестовые прокладки применяют в соединениях, подвергающихся нагреву. Из асбеста, каучука, минеральных наполнителей и серы получают паронит. Из него делают прокладки для соединений трубопроводов горячего воздуха, пара, газа или щелочных растворов, слабых кислот.

В качестве прокладок используют также войлок. Это плотный шерстяной материал. Прокладки из войлока предотвращают попадание в соединение посторонних веществ, задерживают смазочные масла, смягчают удары и вибрацию.

?! 1. Какие материалы называют пластмассами и какую роль они играют в современном производстве? 2. Как подразделяются пластмассы? 3. Дайте характеристику наиболее распространенным видам пластмасс. 4. Что такое абразивные материалы и где они применяются? 5. Чем характеризуются абразивные инструменты и как их маркируют? 6. Какие прокладочные материалы используются в соединениях деталей механизмов и машин?

Глава 2. РЕЗАНИЕ МЕТАЛЛОВ

7. СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

Физическая сущность обработки металлов резанием заключается в удалении с заготовки слоя металла в виде стружки, для того чтобы получить из заготовки деталь нужной формы, заданных размеров и обеспечить требуемое качество поверхности.

Для осуществления процесса резания необходимы два движения — главное и вспомогательное, совершаемые инструментом и заготовкой (или одним из них) относительно друг друга. В различных видах обработки резанием эти движения выражаются по-разному. Например, в токарной обработке главным движением (движением резания) является вращение заготовки, а вспомогательным (движением подачи) — поступательное движение резца; при фрезеровании движение резания — это вращение фрезы, а подача осуществляется поступательным движением заготовки.

Процесс резания — это скалывание частичек металла (элементов стружки) под действием силы, с которой режущая кромка резца вдавливается в срезаемый слой. Скалывание происходит в плоскости τ — τ (рис. 1, *а*). Угол между этой плоскостью и поверхностью резания называется углом сдвига: $\beta_1 = 30...40°$. Внутри каждого элемента происходят межкристаллические сдвиги под углом $\beta_2 = 60...65°$.

Отделяемая стружка под действием давления резца деформируется: она укорачивается по длине и увеличивается по толщине. Это явление называется усадкой стружки.

Внешний вид стружки зависит от механических свойств метал-

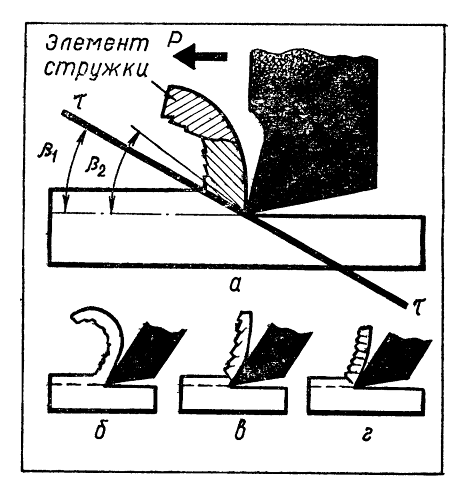


Рис. 1. Образование и виды стружки: а — схема образования; б — сливная стружка (представляет собой непрерывную ленту); в — стружка скалывания (состоит из отдельных слабосвязанных между собой элементов); г — стружка надлома (состоит из элементов, легко надламывающихся и отделяющихся друг от друга и от заготовки).

ла и условий резания. Если обрабатываются вязкие металлы (олово, медь, мягкая сталь и т. д.), то образуется с л и в н а я с т р у ж к а (рис. 1, *б*). При обработке менее вязких металлов, например твердой стали, образуется с т р у ж к а с к а л ы в а н и я (рис. 1, *в*). Если обрабатывается хрупкий металл, например чугун или бронза, то образующаяся стружка называется с т р у ж к о й н а д л о м а (рис. 1, *г*).

При обработке одного и того же материала тип стружки может изменяться в зависимости от скорости резания и других факторов.

В процессе резания выделяется значительное количество теплоты. Теплота при резании распределяется следующим образом. Больше всего нагревается стружка, так как она претерпевает значительную деформацию. Меньшую часть выделяемой теплоты воспринимает резец и еще меньшую — заготовка. Совсем незначительная часть теплоты уходит в окружающую среду. Хотя сам резец по сравнению со стружкой нагревается меньше, но сходящая по нему горячая стружка дополнительно нагревает его. Под влиянием температуры нагрева твердость режущего инструмента уменьшается, износ увеличивается. Это вызывает необходимость менять режущий инструмент или затачивать его и вновь устанавливать.

Время непрерывной работы режущего инструмента до затупления называется с т о й к о с т ь ю и н с т р у м е н т а и измеряется в минутах. Стойкость режущих инструментов зависит от многих факторов и в первую очередь от материала, из которого изготовлен инструмент. Наиболее стойким будет инструмент, материал которого допускает высокую температуру нагрева без значительной потери твердости (пластинки твердого сплава, минералокерамические пластины, быстрорежущая сталь и др.).

?! 1. В чем заключается сущность обработки металлов резанием? 2. Что такое усадка стружки? 3. Назовите типы стружек. При каких условиях образуется стружка того или иного типа? 4. Что такое стойкость инструмента?

8. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О РЕЗЦАХ

Несмотря на большое разнообразие конструктивных форм режущих инструментов их рабочая (режущая) часть имеет общую основу — форму клина. Рассмотрим конструкцию токарного резца — инструмента, широко применяемого при обработке металлов резанием.

Токарный резец (рис. 2) представляет собой призматический стержень, имеющий рабочую часть — головку. На головке резца различают переднюю поверхность, по которой стекает стружка при резании, и две задние. Одна из задних поверхностей, обращенная к обрабатываемой заготовке, называется главной задней поверхностью, а противоположная ей — вспомогательной.

Линии пересечения передней и задней поверхностей называются режущими кромками. Кромка, снимающая слой металла, является главной режущей кромкой, а вторая кромка — вспомогательной. Точка пересечения главной и вспомогательной режущих кромок называется вершиной резца.

При описании геометрии резца используются условные плоскости (рис. 3). Основная плоскость — плоскость, в которой совершается движение подачи резца. Обычно основная плоскость совпадает с опорной поверхностью резца («подошвой»). Плоскость резания — плоскость, касательная к поверхности резания (с которой снимается стружка), она проходит через главную режущую кромку. Главная секущая плоскость — плоскость, перпендикулярная плоскости резания и главной режущей кромке.

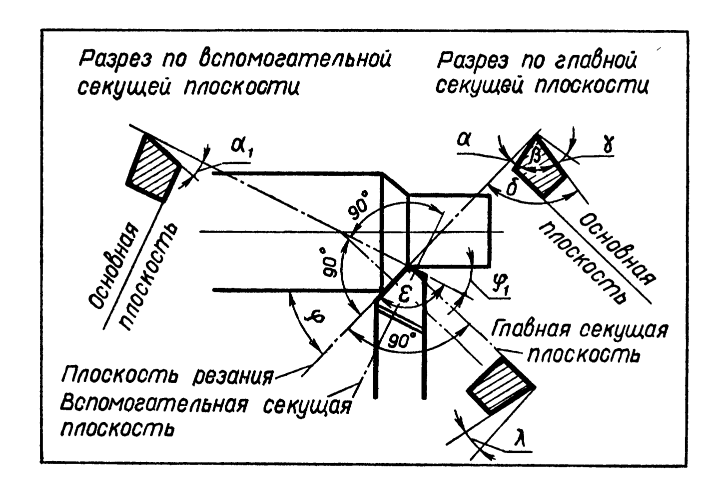


Рис. 2. Элементы резца.

В основной плоскости резец имеет следующие углы:

Главный угол в плане φ — угол, образованный главной режущей кромкой и направлением подачи.

Вспомогательный угол в плане φ_1 — угол между вспомогательной кромкой и направлением подачи.

Угол при вершине ε — угол между главной режущей и вспомогательной кромками.

Углы φ и φ_1 зависят от заточки и установки резца, а угол ε — только от заточки. В сумме эти три угла составляют 180°.

Если рассечь резец главной секущей плоскостью, то в сечении будет видна клиновидная форма рабочей части резца, которая характеризуется следующими основными углами:

Главный задний угол α — угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания. Обычно он составляет 6...12°.

Передний угол γ — угол между передней поверхностью (или касательной к ней) и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания. Если передняя поверхность резца направлена вниз от режущей кромки, то передний угол считается положительным, а если вверх — отрицательным. Передний угол выбирают в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала.

Угол заострения β — угол между передней и задней поверхностями (или между касательными к этим поверхностям).

Угол резания δ — угол между передней поверхностью и плоскостью резания.

Углы α и γ образуются при заточке резца, а углы β и δ являются производными от них: $\beta = 90° - \alpha - \gamma$; $\delta = 90° - \gamma$.

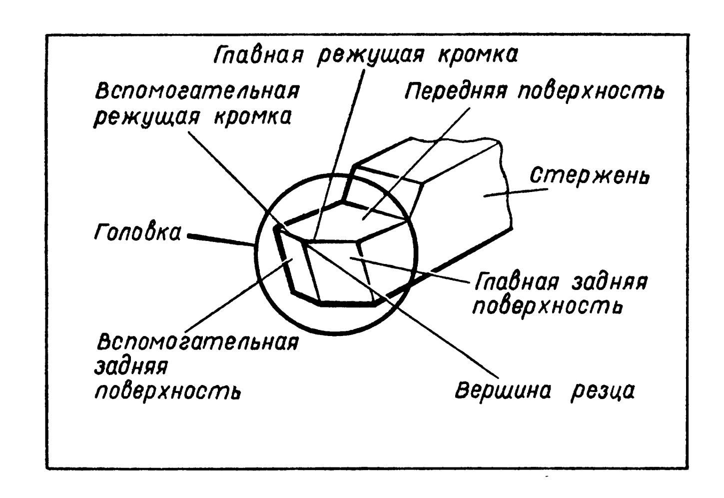


Рис. 3. Условные плоскости и главные углы резца.

Углы α и γ зависят не только от заточки резца, но и от установки его относительно центра заготовки. При установке резца выше центра заготовки фактический задний угол $\alpha_ф$ уменьшается, а передний $\gamma_ф$ — увеличивается. Если резец установить ниже центра, то соответственно задний угол увеличивается, а передний — уменьшается.

Одной из характеристик геометрической формы режущей части резца является также угол наклона режущей кромки λ — угол между главной режущей кромкой и ее проекцией на основную плоскость.

Рабочая часть режущих инструментов, в том числе и резцов, должна обладать высокой твердостью, высокой теплостойкостью (способностью не терять твердости при нагреве), хорошей износостойкостью (способностью сопротивляться истиранию), а также вязкостью (сопротивлением ударной нагрузке).

Для изготовления резцов широко применяются быстрорежущие стали. Для инструментов, работающих на высоких скоростях, используют металлокерамические твердые сплавы (подробные сведения о материалах даны в главе «Машиностроительные материалы»).

?! 1. Из каких основных частей и элементов состоит резец? 2. Назовите углы резца в плане. 3. Назовите углы резца в главной плоскости. 4. Что такое угол наклона режущей кромки резца? 5. Какие требования предъявляются к рабочей части резцов?

9. ПОНЯТИЕ О РЕЖИМАХ РЕЗАНИЯ

Совокупность показателей, характеризующих условия протекания процесса резания, принято называть *режимами резания*. К основным показателям относятся скорость резания v, подача s и глубина резания t.

Скоростью резания называется величина перемещения заготовки относительно режущей кромки инструмента в направлении главного движения за единицу времени.

Например, скорость при точении определяется по формуле, м/мин:

$$v = \frac{\pi D n}{1000},$$

где D — диаметр обрабатываемой заготовки, мм; n — частота вращения заготовки, мин$^{-1}$; 1000 — коэффициент перевода (в металлообработке скорость обычно выражена в метрах в минуту).

Если известны скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента, и диаметр заготовки, то можно определить требуемую частоту вращения шпинделя (и заготовки):

$$n = \frac{1000 v}{\pi D}.$$

Подачей называется величина перемещения режущей кромки инструмента относительно заготовки в направлении движения подачи за единицу времени. Измеряется подача в миллиметрах за одну минуту (мм/мин) или за один оборот заготовки или инструмента (мм/об).

Глубина резания — это толщина снимаемого слоя металла за один проход. При точении, например, глубина резания определяется, мм:

$$t=\frac{D-d}{2},$$

где d — диаметр обработанной детали, мм.

В качестве заготовок для деталей, обрабатываемых резанием, обычно используются прокат, поковки и отливки.

Все они должны иметь припуск на обработку. Припуском на механическую обработку называется слой металла, удаляемый при обработке в целях придания детали соответствующих размеров и обеспечения требуемой шероховатости поверхности.

Увеличенный припуск повышает расход режущего инструмента, электроэнергии и увеличивает отходы металла, поэтому необходимо выбирать такой припуск, который может обеспечить хорошее качество детали и минимально возможную стоимость обработки.

Обработку металлов резанием необходимо вести на таких режимах, при которых наиболее полно используется мощность станка и стойкость режущего инструмента, обеспечивается высокое качество обработки, наибольшая производительность и создаются безопасные условия работы.

Глубина резания определяется припуском на обработку. В зависимости от величины припуска обработку ведут за один или за несколько проходов. Наименьшее количество проходов определяют исходя из мощности станка и заданных точности и шероховатости поверхности детали.

При черновой обработке глубину резания назначают наибольшей, часто равной всему припуску на черновую обработку, а при чистовой она зависит от степени точности и требуемой шероховатости поверхности детали.

Для конкретных условий обработки подачу рекомендуется выбирать максимально возможной. Величина подачи при черновой обработке зависит от свойств обрабатываемого материала, размеров заготовки и глубины резания; при чистовой обработке — от требуемой шероховатости поверхности.

Скорость резания определяется стойкостью режущего инструмента, глубиной резания, подачей, механическими свойствами обрабатываемого материала, а также некоторыми другими факторами.

Рациональные режимы резания выбирают по справочным таблицам, данные которых определены по формулам теории резания с учетом производственного опыта.

?! 1. Что называется скоростью резания? 2. Что называется подачей? 3. Что такое глубина резания? 4. Что называется припуском на обработку? 5. От каких факторов зависит выбор режимов обработки?

10. МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Классификация. В СССР принята единая система классификации и условных обозначений для станков отечественного производства, основанная на присвоении каждому станку особого шифра (номера). В зависимости от вида обработки металлорежущие станки делятся на десять групп: 1) токарные; 2) сверлильные и расточные; 3) шлифовальные, полировальные, доводочные и заточные; 4) специальные; 5) зубо- и резьбообрабатывающие; 6) фрезерные; 7) разрезные; 8) строгальные, долбежные, протяжные; 9) разные; 10) резервная группа.

В свою очередь, станки каждой группы содержат до десяти типов. Например, станки второй группы (сверлильные и расточные) делятся на следующие типы: 1) вертикально-сверлильные, 2) одношпиндельные полуавтоматы, 3) многошпиндельные полуавтоматы, 4) координатно-расточные, 5) радиально-сверлильные, 6) горизонтально-расточные, 7) алмазно-расточные, 8) горизонтально-сверлильные, 9) разные сверлильные.

Внутри каждого типа металлорежущие станки могут отличаться друг от друга конструктивными особенностями. Эти особенности, а также некоторые другие характеристики и отражаются в шифре (номере) станка. Например, условное обозначение модели станка — 16К20. Первая цифра показывает принадлежность станка к первой группе — токарным станкам. Вторая цифра обозначает тип станка внутри группы. В данном случае цифра 6 указывает, что это токарно-винторезный станок. Третья и четвертая цифры условно обозначают основные размеры станка (для токарных, например, высоту центров над станиной, для фрезерных — размеры стола и т. д.). В рассматриваемой модели третья цифра — 2 — обозначает высоту центров над станиной, которая составляет 215 мм.

Кроме цифр, в условные обозначения модели станка часто входят буквы. Если буква стоит между первой и второй цифрами (как в указанном примере), то это означает, что конструкция станка подверглась усовершенствованию по сравнению с прежней моделью. Если буква стоит в конце номера станка, то это говорит об изменении основной, или, как принято называть, «базовой», модели станка.

Наиболее многочисленную группу металлорежущих станков составляют *токарные станки* (рис. 4). Они используются в механических, инструментальных и ремонтных цехах машиностроительных и других заводов, а также в ремонтных мастерских.

Станки токарной группы применяют обычно для обработки де-

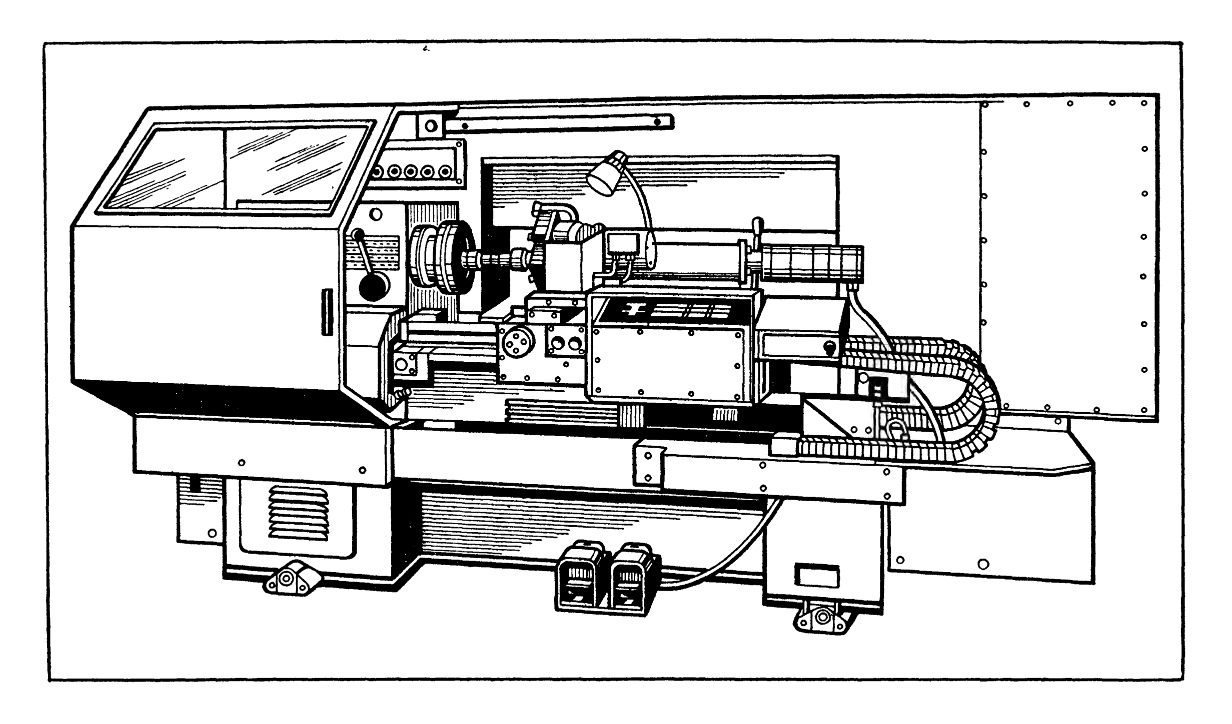


Рис. 4. Токарный станок 16К20Т1 с оперативной системой управления.

талей, имеющих форму тел вращения. На этих станках получают наружные и внутренние цилиндрические и конические поверхности, фасонные поверхности и торцовые плоскости, резьбы на цилиндрических и конических поверхностях и др. Так, на токарных станках изготавливаются валики, втулки, оси, болты, винты, шпильки, диски, шайбы и т. д.

К основным размерам, характеризующим токарный станок, относятся наибольший допустимый диаметр обрабатываемой заготовки, высота центров над станиной и расстояние между ними. По этим размерам можно определить максимальные диаметр и длину заготовки, которую можно установить и обработать на данном станке.

Значительную часть среди металлорежущих станков составляют *фрезерные станки*. Наибольшее распространение имеют консольно-фрезерные (рис. 5).

Стол консольно-фрезерного станка с салазками расположен на консоли и перемещается в трех направлениях: продольном, поперечном и вертикальном. Консольно-фрезерные станки предназначены для выполнения различных фрезерных работ цилиндрическими, дисковыми, фасонными и другими фрезами в условиях единичного и серийного производства. На фрезерных станках этого типа можно фрезеровать плоскости, пазы, фасонные поверхности, зубья зубчатых колес и т. д. Кроме этого, универсальные консольно-фрезерные станки (имеющие поворотный стол) позволяют фрезеровать различного рода винтовые канавки.

Основными размерами фрезерных станков, по которым можно определить возможность установки и обработки конкретных заготовок с определенными габаритами, являются размеры рабочей поверхности стола (длина и ширина) и рабочий ход стола в продольном, поперечном и вертикальном направлениях.

Шлифовальные станки (рис. 6) предназначены для чистовой обработки деталей путем снятия с их поверхности тонкого слоя металла шлифовальными кругами. На этих станках можно обрабатывать наружные и внутренние цилиндрические, конические, фасонные и плоские поверхности, разрезать заготовки, шлифовать резьбу и зубья зубчатых колес, затачивать инструмент и т. д.

Строгальные станки применяются в механических цехах машиностроительных заводов индивидуального, мелкосерийного и серийного типов производства, а также в ремонтных и инструментальных цехах. Они предназначены для обработки методом строгания поверхностей деталей различной геометрической формы и размеров, изготовленных из стали, чугуна, цветных металлов и пластмасс. Основные размерные характеристики поперечно-строгальных станков (рис. 7), которые позволяют определить возможность обработки тех или иных заготовок, следующие: размеры рабочей поверхности стола, наибольший и наименьший ход ползуна, наибольшее и наименьшее расстояние между верхней плоскостью стола и ползуном, вылет резца.

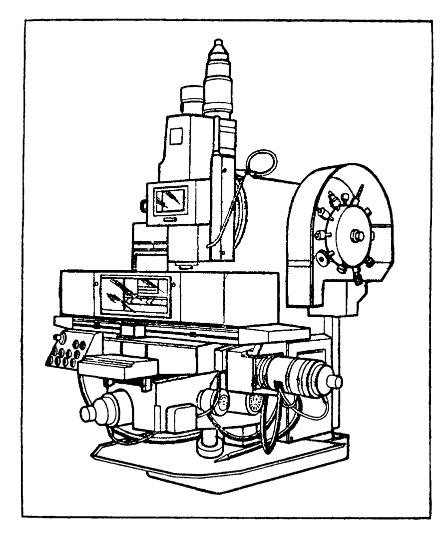


Рис. 5. Консольный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Т13 МФ4.

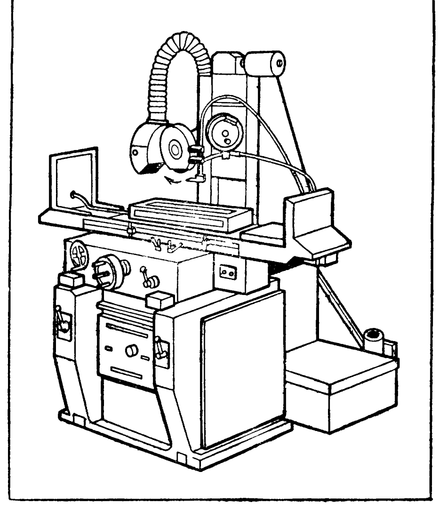


Рис. 6. Плоскошлифовальный станок 3Б71М.

Рис. 7. Поперечно-строгальный станок 7Б35.

Устройство металлорежущих станков. В устройстве металлорежущих станков имеется много общего. Это объясняется самой сущностью процесса резания (см. § 7).

Основу устройства металлорежущих станков составляет совокупность механизмов и других технических устройств, обеспечивающих главным образом два движения — движение резания (резцом, фрезой, сверлом и т. д.) и движение подачи заготовки или режущего инструмента.

Любой металлорежущий станок состоит из привода, передаточного механизма, исполнительного (рабочего) органа и органов управления.

Привод приводит в действие рабочие органы. Приводы могут быть механическими, гидравлическими, пневматическими или электрическими.

В современных металлорежущих станках используются преимущественно электроприводы.

Передаточные механизмы передают движение от двигателя к рабочему органу станка и преобразуют это движение.

Исполнительные (рабочие) органы — это устройства, которые непосредственно осуществляют процесс резания металла. На них закреплены режущие инструменты.

Органы управления — устройства, с помощью которых осуществляется пуск и остановка станка, регулируется скорость резания и подачи, т. е. производится управление работой металлорежущего станка.

Многие механизмы, узлы и детали различных металлорежущих станков (например, станины, коробки скоростей, коробки подач) хотя и отличаются конструктивно, но выполняют одинаковые функции.

С т а н и н а — чугунное или стальное основание, на котором крепят механизм станка. Станина обеспечивает точность их взаимного расположения и перемещения.

К о р о б к а с к о р о с т е й изменяет передаточные отношения между ведущими и ведомыми звеньями (валами), что позволяет регулировать частоту вращения режущего инструмента или заготовки. К о р о б к а п о д а ч изменяет передаточные отношения в цепи подачи, чем регулирует величину подачи режущего инструмента.

Знание функционально схожих основных узлов различных типов металлорежущих станков позволяет лучше и быстрее ознакомиться с устройством, управлением и работой любого конкретного станка.

?! 1. В чем сущность единой системы классификации и условных обозначений металлорежущих станков? 2. Для чего служат станки токарной группы? 3. Каково назначение станков фрезерной группы? 4. Расскажите о применении строгальных станков. 5. Для чего предназначены шлифовальные станки? 6. В чем заключается общность устройства металлорежущих станков?

Глава 3. ДРУГИЕ ВИДЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

11. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Процесс тепловой обработки металлов и сплавов в целях придания им заданной структуры и свойств называется термической обработкой. Различают собственно термическую обработку, химико-термическую и термомеханическую.

В процессе *термической обработки* металлов и сплавов происходят изменения их внутреннего строения (структуры) путем нагрева, выдержки и последующего охлаждения для получения необходимых физико-механических свойств этих материалов. Ее основными видами являются отжиг, закалка и отпуск.

Химико-термическая обработка представляет собой насыщение поверхности металла элементами, повышающими твердость, износостойкость, коррозионную стойкость. Этот процесс требует повышенных температур и длительных выдержек. К наиболее распространенным методам химико-термической обработки стали относятся: цементация (насыщение углеродом), азотирование (насыщение азотом), цианирование (одновременное насыщение углеродом и азотом), диффузионная металлизация, или поверхностное легирование. Последний метод в зависимости от насыщающего элемента подразделяют на хромирование, алитирование, силицирование (насыщение соответственно хромом, алюминием, кремнием) и др.

Термомеханическая обработка — метод обработки металлов, позволяющий повысить механические свойства по сравнению с получаемыми обычной закалкой и отпуском. Она заключается в сочетании пластической деформации с термообработкой.

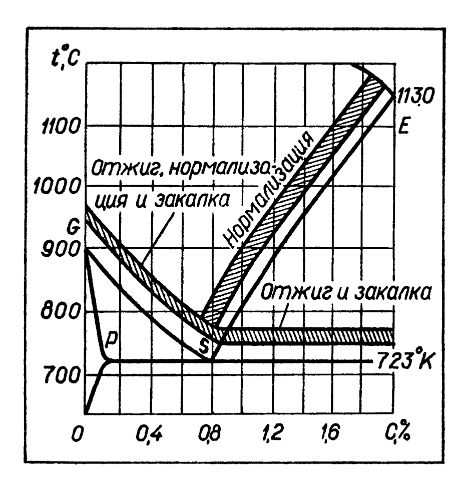


Рис. 8. Диаграмма температур нагрева сталей при термообработке:
по горизонтальной оси — содержание углерода, %; по вертикальной оси — температура нагрева стали, °С; заштрихованные участки показывают оптимальные температурные интервалы нагрева стали при различных видах обработки.

Рассмотрим основные виды собственно термической обработки сталей, отличающиеся друг от друга режимами термообработки, т. е. температурой нагрева, выдержкой при этой температуре и скоростью охлаждения.

Изменение внутренней структуры стали в процессе нагревания при различных видах термообработки зависит от содержания в ней углерода. Поэтому выбор температуры нагрева производят по специальной диаграмме (рис. 8), которая является частью более полной диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.

Отжиг — это нагрев стали до температуры, определяемой целью отжига, выдержка при этой температуре и последующее медленное охлаждение. Цель отжига — устранение химической неоднородности сталей, понижение твердости для облегчения механической обработки и др. Полный отжиг осуществляется путем нагрева стали на 30...50 °С выше температур, определяемых линией *GSK*, выдержки при этой температуре и последующего охлаждения вместе с печью. Время выдержки должно быть достаточным для нагрева изделия по всему сечению.

Разновидностью полного отжига является нормализация, заключающаяся в нагреве стали на 30...50 °С выше линии *GSE*, выдержке при этих температурах с последующим охлаждением на воздухе. Цель нормализации — снятие остаточных напряжений в металле и выравнивание его структуры.

Закалка состоит из нагрева стали до температур на 30...50 °С выше линии *GSK* с последующим быстрым охлаждением. Основная цель закалки — повышение твердости и прочности стали. Кроме обычной полной закалки стали, может производиться поверхностная. Наиболее распространена поверхностная закалка токами высокой частоты с помощью специальных генераторов, дающих переменный ток с частотой до 10 млн. Гц. Нагрев изделия осуществляется индуктором, по которому проходят токи высокой частоты. Индуктор наводит (индуцирует) токи в изделии, помещенном внутри него. Изготовляют индуктор обычно из полых медных трубок, по которым циркулирует вода. Благодаря этому сам индуктор не нагревается. Форма индуктора должна повторять форму изделия, чтобы нагрев производился равномерно по всей поверхности изделия.

В процессе *отпуска* уже закаленная сталь нагревается до температуры ниже линии *PSK*, выдерживается при этой температуре и охлаждается на воздухе или в масле. Главная цель отпуска — снизить хрупкость закаленной стали.

Температура нагрева при отпуске колеблется от 75 до 650 °С. Выбор температуры зависит от назначения изготовляемой детали. При повышении температуры нагрева твердость и прочность закаленной стали снижаются, а вязкость увеличивается.

Различают три вида отпуска: низкий, который выполняется при температурах до 250 °С, средний — при температурах до 450 °С и высокий — при температурах до 650 °С. Высокий отпуск

обеспечивает более полное снятие остаточных напряжений, высокую вязкость и достаточную прочность стали.

Для термической обработки сталей применяется специальное оборудование, состоящее из нагревательных устройств, приспособлений (бачки с водой и маслом, закалочные клещи и т. д.) и приборов для контроля теплового режима и результатов термической обработки. Из нагревательных устройств используются главным образом электрические муфельные печи и печи, работающие на жидком или газообразном топливе. В качестве охлаждающих сред служат воздух, масло, вода, растворы солей в воде.

Для контроля теплового режима применяют обычно термоэлектрические пирометры, состоящие из термопары и гальванометра со шкалой в градусах Цельсия.

Результаты термообработки можно проверить пробой напильником или определением твердости сталей твердомерами и испытанием на ударную вязкость.

?! 1. В чем заключается термическая обработка металлов и сплавов? 2. Какие существуют виды термической обработки сталей? 3. Как производится выбор температурного режима термообработки? 4. В каких целях и как осуществляется отжиг стали? 5. Что называется нормализацией и как она выполняется? 6. С какой целью и как выполняется закалка стали? 7. Что такое поверхностная закалка стали? 8. С какой целью производится отпуск закаленной стали и на какие виды он подразделяется? 9. Какое оборудование применяется при термообработке?

12. ЛИТЬЕ

Литье — один из древнейших способов изготовления деталей. Его сущность заключается в том, что расплавленный металл заливают в специальную литейную форму, в которой он, остывая, затвердевает и сохраняет очертания этой формы. Деталь, полученная таким образом, называется отливкой. С помощью литья изготовляют отливки из чугуна, стали, алюминия, бронзы, латуни и других металлов и сплавов.

Существуют различные виды литья: в песчаные формы, в металлические формы (кокильное), под давлением, центробежное, по выплавляемым моделям и др.

Литье в *песчаные формы* (рис. 9) — сложный и трудоемкий процесс. Кроме того, ему предшествуют такие подготовительные операции, как изготовление модельных комплектов (моделей отливок и стержней), приготовление формовочных и стержневых смесей, подготовка литейных опок и других приспособлений.

Модели выполняют из древесины (сосны, дуба, ольхи, березы, липы и др.) или из металлов (обычно из сплавов алюминия с медью).

При определении размеров модели учитывают припуск на усадку отливки при ее затвердевании и припуск на последующую

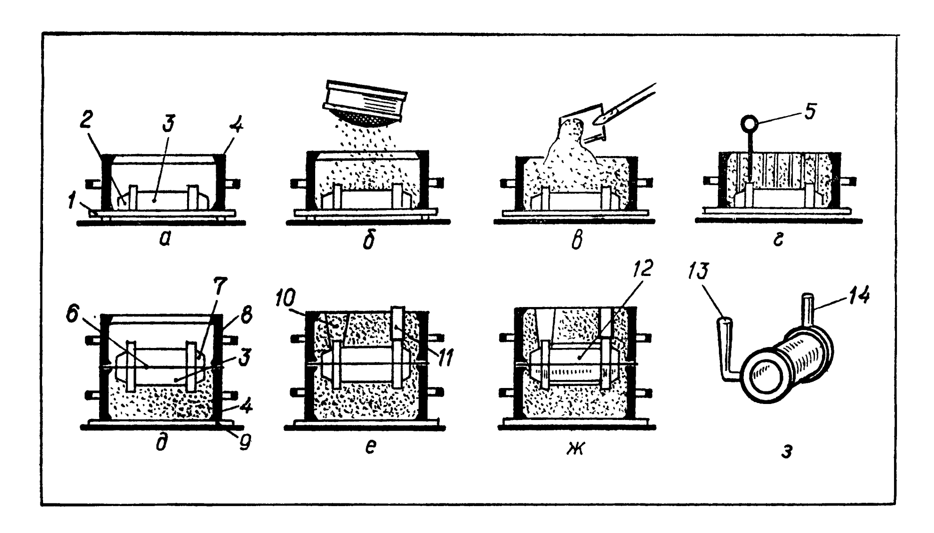


Рис. 9. Получение отливок в песчаных формах:
а — з — последовательность формовки (1 — первая подмодельная плита; 2 — формовочный уклон; 3 — нижняя половина модели; 4 — нижняя опока; 5 — игла-душник; 6 — линия разъема; 7 — верхняя половина модели; 8 — верхняя опока; 9 — вторая подмодельная плита; 10 — модель литника; 11 — модель выпора; 12 — стержень; 13 — литник; 14 — выпор).

механическую обработку отливки для получения готовой детали. Усадка отливок из различных металлов и сплавов составляет 1...2,5%. Припуск на механическую обработку зависит от размеров отливки и видов последующей обработки. Для чугунных отливок он обычно составляет 2...20 мм, для стальных — 4...28 мм.

Модели из древесины выдерживают изготовление нескольких десятков отливок. Их покрывают специальным модельным лаком, чтобы предохранить от влаги и от прилипания формовочной смеси (сделать поверхность модели более гладкой).

Деревянные модели применяют в индивидуальном и мелкосерийном производстве, а в крупносерийном и массовом используют металлические модели.

Модели бывают разъемные и неразъемные. Разъемные (см. рис. 9, поз. *3*, *7*) состоят из двух, трех и более частей и применяются там, где по условиям формовки нельзя применять цельные.

Стержни *12*, образующие полости, сквозные отверстия или углубления в отливках, изготовляют в деревянных или металлических стержневых ящиках из специальных стержневых смесей (песок со связующими материалами).

Опоки *4* и *8* представляют собой ящики из чугуна, стали или алюминиевых сплавов. Они служат для удержания формовочной смеси и могут быть прямоугольными, круглыми или фасонными в зависимости от очертания отливки.

Формовочные смеси для изготовления земляных форм состоят

из песка, глины и других веществ. Качественное соотношение используемых компонентов зависит от вида литья (отливки из чугуна, стали или сплавов цветных металлов).

По назначению формовочные смеси подразделяют на облицовочные и наполнительные. Облицовочные формовочные смеси соприкасаются с жидким металлом и работают в наиболее тяжелых условиях. Их приготовляют из кварцевого песка и глины без добавок горелой земли. Для заполнения объема опоки используют отработанную формовочную смесь (наполнитель).

Получение отливок в земляных формах вручную — процесс малопроизводительный и трудоемкий. Поэтому в современном производстве для выполнения формовочных работ все шире применяются формовочные машины. Они повышают производительность труда рабочих-литейщиков в 10—20 раз и облегчают условия их труда.

Литье в металлические формы (кокильное литье) по сравнению с получением отливок в земляных формах — операция более простая и производительная.

Металлическая, обычно стальная, форма (кокиль) выдерживает тысячи отливок из различных цветных металлов и сплавов. Она имеет внутреннюю полость, повторяющую очертания отливки. Перед заливкой жидкого металла форму предварительно подогревают (до температуры около 80 °С), а стенки внутренней полости смазывают смесью мела, графита и жидкого стекла с водой для получения более чистой поверхности отливки. Затем заливают в форму жидкий металл. После затвердевания металла форму вскрывают и извлекают из нее отливку.

Литье под давлением осуществляется также в металлических формах. Давление на жидкий металл при заполнении формы обеспечивает ее хорошую заполняемость, передает отливке тончайшие очертания формы, уменьшает пористость металла отливки. Полученные заготовки имеют чистую поверхность и точные (погрешность до 0,1 мм) размеры, вследствие чего последующая механическая обработка их или очень незначительна, или совсем не нужна. Металл этих деталей имеет мелкозернистую структуру (результат быстрого охлаждения в металлической форме) и высокую плотность, что повышает прочность деталей.

Литье под давлением позволяет получить детали сложной конфигурации с отверстиями, резьбой, выступами и т. д. из алюминиевых, медных, цинковых и других сплавов.

Центробежное литье — заливка металла во вращающуюся форму. Под действием возникающих при вращении центробежных сил металл прижимается к стенкам форм и, застывая, приобретает конфигурацию, точно соответствующую ее внутренним очертаниям. При этом структура металла получается уплотненной, так как всевозможные неметаллические включения и газы, образующиеся в процессе заливки жидкого металла, вытесняются к центру вращения. Некоторая пористость небольшого слоя метал-

ла на внутренних поверхностях отливки устраняется с помощью механической обработки. Центробежное литье применяется главным образом для получения отливок, имеющих форму тел вращения, например втулок, труб и т. д.

Литье по выплавляемым моделям осуществляется следующим образом. Вначале изготовляется металлическая модель (эталон) детали из стали или медных сплавов, по которой делают пресс-форму из легкоплавкого сплава. Затем в полученной пресс-форме отливают из воска модели будущей отливки. Восковые модели и литниковую систему (также из воска) окрашивают погружением в специальную эмульсию.

Для лучшего контакта с формовочным материалом окрашенную поверхность моделей припыливают прокаленным при температуре 400...500 °С тонким порошком корунда или кварца и сушат в течение 4...5 ч при температуре 20 °С. После этого модели с литниковой системой заформовывают в опоке, применяя специальную формовочную смесь. Изготовленную форму сушат при температуре 20 °С в течение 3...4 ч. Затем выплавляют восковые модели в печах при температуре 150 °С с выдержкой в течение 1,5...2 ч и с последующим прокаливанием при температуре 800...850 °С. И только после такой длительной подготовки формы в нее заливают жидкий металл для получения отливки.

Литье по выплавляемым моделям позволяет получать мелкие детали сложной конфигурации с высокой точностью размеров.

?! 1. В чем заключается способ изготовления деталей с помощью литья? 2. Какие существуют виды литья? 3. Как производится литье металлов в земляные формы? 4. Как осуществляется литье металлов в металлические формы? 5. В чем сущность литья под давлением? 6. В каких случаях используют центробежное литье? 7. Как протекает процесс литья по выплавляемым моделям?

13. ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ

Обработка металлов давлением основана на использовании пластических свойств материалов. Эти свойства позволяют изменять форму и размеры заготовки под действием внешних сил (давления) и сохранять полученные форму и размеры после прекращения действия сил. Для увеличения пластичности металл нагревают до температуры, при которой наиболее полно проявляются его пластические свойства.

Обработка металлов давлением отличается высокой производительностью и экономным расходованием металла по сравнению с литьем и механической обработкой и, кроме того, улучшает механические свойства литого металла.

Различают следующие основные способы обработки металлов давлением: прокатка, волочение, прессование, свободная ковка, штамповка.

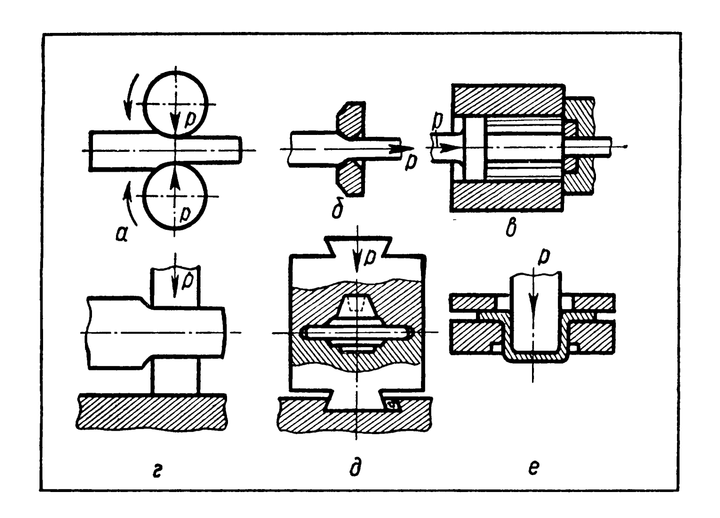


Рис. 10. Схемы основных способов обработки металлов давлением:
а — прокатка; б — волочение; в — прессование; г — свободная ковка; д — горячая объемная штамповка; е — холодная листовая штамповка.

Прокатка (рис. 10, *а*) представляет собой обжатие заготовки между вращающимися валками. Валки могут быть гладкими — для прокатки листов и лент и с вырезками (ручьевые) — для получения деталей фасонного профиля. Различают горячую (с подогревом заготовки) и холодную прокатку. Комплекс оборудования, с помощью которого производится прокатка, называется прокатным станом. Прокатные станы подразделяют по характеру процесса прокатки и выпускаемой продукции на блюминги, слябинги, листопрокатные, проволочные, сортовые, трубопрокатные и специальные.

На блюмингах производят крупные квадратные заготовки — блюмы. Из блюмов на сортопрокатных станах получают сортовой прокат с сечениями в виде квадрата, круга, прямоугольника, треугольника, сегмента, ромба, уголка, швеллера, тавра, двутавра и др.

На слябингах прокатывают крупные прямоугольные заготовки — слябы, из которых затем на листопрокатных станах производят более мелкие прямоугольные заготовки и листы.

Проволочные станы предназначены для получения проволоки диаметром 5...10 мм.

На трубопрокатных станах получают бесшовные и шовные (сварные) трубы. С помощью специальных станов прокатывают самые различные заготовки, например железнодорожные колеса, вагонные оси и т. д.

Волочение (рис. 10, *б*) заключается в протягивании заготовки через постепенно сужающееся отверстие (волочильный глазок).

В результате поперечное сечение заготовки уменьшается, а ее длина увеличивается. Волочильный глазок является основной частью **волоки** — рабочего органа волочильных станов, на которых производится эта операция. Волочение выполняют в холодном или горячем состоянии. Исходным материалом для волочения является горячекатаный сортовой прокат (круглый, квадратный, шестигранный и др.), проволока, трубы из стали, цветных металлов и сплавов. Волочение применяют для получения проволоки малого диаметра, тонкостенных труб, фасонных профилей, а также для калибровки, т. е. придания точных размеров и высокого качества поверхности изделия. Разрезкой фасонных профилей получают готовые детали — шпонки, направляющие и т. д.

Прессование (рис. 10, *в*) — вид обработки металлов давлением, при котором металл, заключенный в замкнутую форму, выдавливается через отверстие меньшей площади, чем площадь сечения исходного материала. В результате прессуемый металл принимает вид прутка, который может быть простым или сложным, сплошным или полым, в зависимости от формы и размеров отверстия. Прессованию подвергаются слитки алюминия, меди и их сплавов, а также цинка, олова, свинца и др.

Ковка, так же как и литье, является издавна известным способом обработки металлов. Различают ковку без применения штампов, так называемую свободную ковку, и ковку в штампах — штамповку.

Свободная ковка (рис. 10, *г*) заключается в следующем. Заготовку нагревают в нагревательной печи до температуры, при которой металл становится более пластичным. После этого заготовку кладут на наковальню и ударами молота придают ей необходимую форму. Изделие, полученное в результате ковки, называется поковкой.

Различают ручную и машинную ковку. Ручная ковка применяется в индивидуальном производстве для выполнения мелких ремонтных работ. Машинная ковка — ковка на молотах и прессах — используется в серийном и массовом производстве. Она во много раз производительнее ручной и позволяет обрабатывать очень крупные детали. Основные операции ковки показаны на рис. 11.

С помощью ручной и машинной ковки можно получать поковки самых различных форм. Однако из-за длительности процесса свободная ковка не всегда выгодна в массовом производстве. В этом случае более производительной и экономически оправданной является штамповка.

При **штамповке** формообразование детали происходит в штампе и определяется его конфигурацией. Штамповку осуществляют на прессах и молотах.

Штамповка с предварительным нагревом заготовок называется горячей, без нагрева — холодной.

Различают объемную и листовую штамповку. Горячая объем-

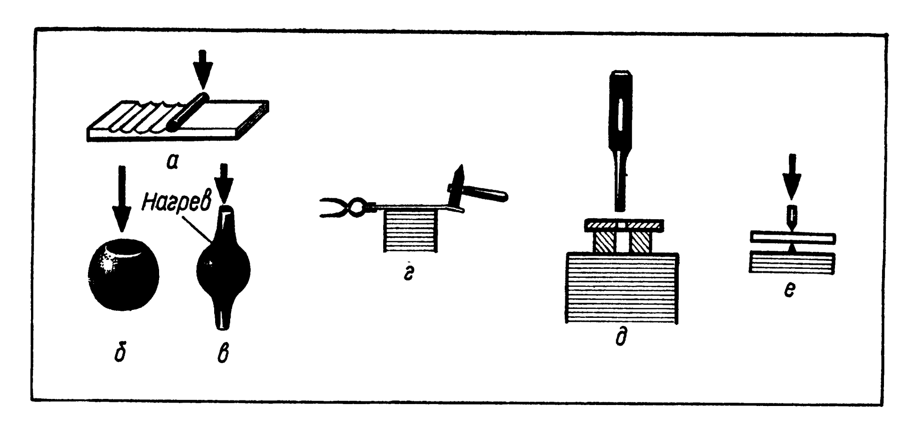


Рис. 11. Основные операции свободной ковки:
а — вытяжка; б — осадка; в — высадка; г — гибка; д — прошивка; е — рубка.

ная штамповка (см. рис. 10, *д*) применяется в основном в массовом и серийном производстве и позволяет получать изделия с высокой точностью формы и размеров. Холодную объемную штамповку применяют для поковок небольшого размера.

Листовой штамповкой (см. рис. 10, *е*) изготовляют плоские или пространственные тонкостенные изделия из стали, цветных металлов и сплавов. При холодной листовой штамповке используют заготовки толщиной от нескольких сотых долей миллиметра до 4 мм, при горячей — толщиной более 4 мм. Изделия, полученные листовой штамповкой, отличаются высокой точностью и не нуждаются в последующей обработке резанием.

?! 1. Какие свойства металлов используются при обработке давлением? 2. В чем заключается сущность прокатки? 3. Как производится операция волочения? 4. Что такое прессование? 5. В чем заключается операция свободной ковки? 6. Что называется штамповкой деталей и в чем ее отличие от свободной ковки?

14. СВАРКА

Сварка — это технологический процесс образования неразъемного соединения деталей машин, конструкций и сооружений путем их местного сплавления или совместного деформирования, в результате чего возникают прочные связи между атомами (молекулами) соединяемых тел.

Существует много различных методов сварки, которые подразделяются на две основные группы: сварка плавлением и сварка пластическим деформированием. Остальные методы являются их разновидностями или комбинациями.

При сварке плавлением производится местный нагрев соединяемых деталей до температуры плавления и сварной шов образуется путем смешения жидких фаз металлов. При сварке пластическим деформированием шов образуется посредством сдавливания деталей. Она может производиться с предварительным местным нагревом деталей или без него (холодная сварка).

По способу местного нагрева деталей сварку подразделяют на электрическую (нагрев в результате действия электрического тока), газовую (нагрев пламенем горящего газа) и другие виды. Самыми распространенными способами электрической сварки являются электродуговая и электроконтактная.

При *электродуговой* сварке для расплавления кромок соединяемых деталей используют теплоту электрической дуги, питаемой постоянным или переменным током (рис. 12).

Питание дуги электрическим током (напряжением 30...60 В) осуществляется специальными сварочными генераторами или понижающими трансформаторами, которые обеспечивают резкое падение напряжения при возрастании силы тока. Это условие необходимо для устойчивого и непрерывного горения дуги даже при некоторых изменениях ее длины из-за колебаний руки сварщика.

От сварочного аппарата электрический ток, достигающий нескольких сот ампер и мощностью не менее 5...10 кВт, подводится к электроду и свариваемому изделию. Прикосновение электрода к изделию приводит к образованию дуги с температурой 5000...6000 °С. Тепло электрической дуги расплавляет кромки свариваемых деталей и конец электрода, при этом металл электрода заполняет углубление между деталями и образует шов.

Электроды, применяемые при электродуговой сварке, представляют собой металлические стержни со специальным покрытием (обмазкой). Покрытие в процессе плавления электрода способствует ионизации газового промежутка дуги, а также защищает шов от окисления и выгорания углерода и металла. Для сварки обыкновенной конструкционной стали применяют электроды с обмазкой из мела и жидкого стекла. Наиболее распространены электроды диаметром 2,5...12 мм и длиной 350...450 мм.

Процесс сварки деталей вручную требует от работающего определенных навыков в выполнении сразу нескольких движений. Вместе с перемещением электрода вдоль оси для поддержания постоянной длины дуги электрод перемещают и вдоль шва для заполнения шва расплавленным металлом. При образовании широкого шва требуется еще и движение электрода поперек шва, чтобы заполнить весь шов металлом. Для повышения производительности труда применяют автоматическую сварку, при которой указанные движения выполняются сварочным аппаратом.

В зависимости от характера шва сварные соединения подразделяют на стыковое, внахлестку, тавровое и угловое (рис. 13, *а*).

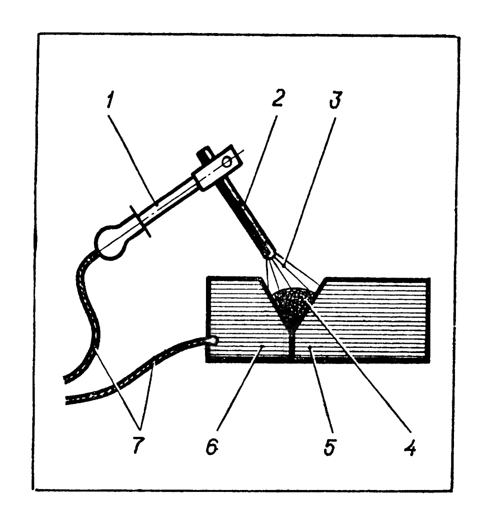
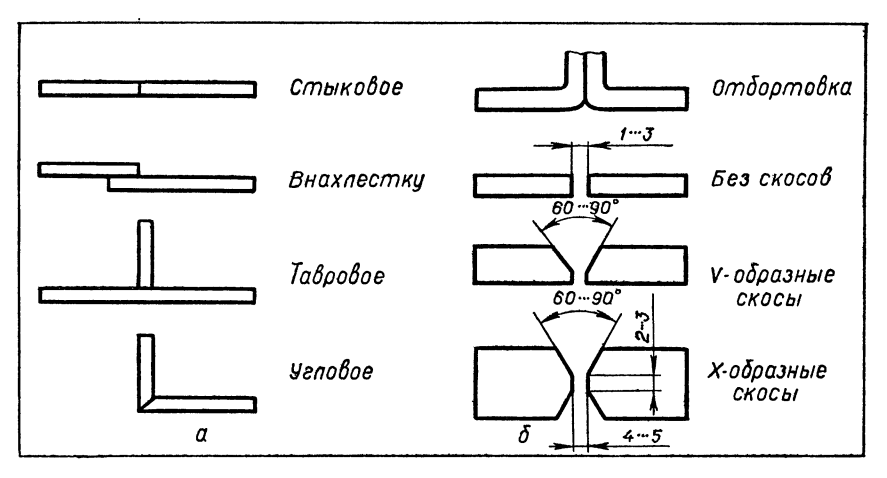


Рис. 12. Схема электродуговой сварки:

1 — держатель; 2 — электрод; 3 — электрическая дуга; 4 — шов; 5, 6 — свариваемые детали; 7 — провода.

Рис. 13. Типы сварных соединений (*а*) и виды подготовки кромок сварного шва (*б*).



При стыковом соединении для получения прочного шва необходима специальная подготовка кромок деталей (рис. 13, *б*). Для сварки листов толщиной 2...5 мм применяют бесскосное соединение. Расплавленный металл заполняет просвет между листами. Изделия толщиной 5...15 мм требуют подготовки кромок в виде V-образных скосов. При этом металл заполняет образованное углубление и прочно соединяет детали по всей толщине шва. Х-образные скосы применяют для сварки деталей толщиной более 15 мм. В этом случае сварка производится с обеих сторон.

Электроконтактная сварка отличается от электродуговой тем, что для местного нагрева соединяемых деталей используют теплоту, выделяющуюся в точке наибольшего сопротивления электрической цепи. Если к соединяемым деталям подвести электрический ток и сблизить их до соприкосновения, то место контакта

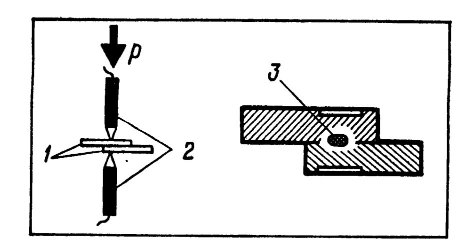


Рис. 14. Схема точечной сварки:
1 — свариваемые детали; 2 — электроды; 3 — место сварки.

и будет точкой наибольшего сопротивления. Площадь контакта деталей из-за неплотности прилегания друг к другу всегда меньше площади их сечения.

Различают три вида контактной сварки: стыковую, точечную и шовную.

Стыковая сварка осуществляется электрическим током напряжением 1...3 В от понижающего трансформатора. Ток подводится к свариваемым деталям, которые затем сближают до соприкосновения. Через несколько секунд в месте контакта (стыка) достигается температура начала плавления металла. Выключив ток, детали сдавливают друг с другом и таким образом получают сварное соединение.

При точечной сварке (рис. 14) соединяемые детали *1* зажимаются между электродами *2*, к которым подведен ток напряжением 2...10 В. Вследствие большого сопротивления в месте контакта *3* происходит нагрев металла до температуры сварки. Затем под действием силы сжатия *P* детали свариваются.

Электроды имеют большое поперечное сечение и изготавливаются из медного сплава. Благодаря высокой тепло- и электропроводности они не привариваются к соединяемым деталям.

Шовная сварка отличается от контактной тем, что в аппарате для шовной сварки (шовной машине) электроды выполнены в виде вращающихся роликов, между которыми пропускаются свариваемые листы. Главное преимущество шовной сварки — образование сплошного герметичного шва.

Электроконтактная сварка широко применяется для соединения деталей из листового металла. Простота выполнения сварного соединения, несложность конструкции аппарата для точечной сварки, а также относительная безопасность процесса (по сравнению, например, с электродуговой сваркой) позволяет использовать электроконтактную сварку даже в условиях школьных учебных мастерских.

При *газовой сварке* кромки свариваемых заготовок и присадочный материал расплавляются за счет теплоты пламени, образуемой при сгорании смеси горючих газов с кислородом. В качестве горючего газа чаще используют ацетилен, обладающий большей теплотворной способностью, чем природный газ или пары бензина и керосина.

Основной инструмент газосварщика — это газовая горелка,

в которой горючий газ смешивается с кислородом и, сгорая, образует сварочное пламя.

Газовой сваркой соединяют заготовки из стали толщиной 0,5...3 мм, чугуна, алюминия, меди и их сплавов, а также из сплавов на основе магния.

?! 1. Какие различают виды сварки? 2. Как подразделяется сварка по видам тепловых источников? 3. Как осуществляется электродуговая сварка? 4. Как производится подготовка кромок соединяемых поверхностей в стыковых сварных соединениях? 5. В чем сущность электроконтактной сварки и на какие виды она подразделяется? 6. Что такое газовая сварка?

15. ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

Электрофизические и электрохимические методы по сравнению с обычной обработкой резанием имеют ряд преимуществ. Они позволяют обрабатывать заготовки из материалов с высокими механическими свойствами (твердые сплавы, алмаз, кварц и др.), которые трудно или практически невозможно обрабатывать другими методами. Кроме этого, указанные методы дают возможность получать самые сложные поверхности, например отверстия с криволинейной осью, глухие отверстия фасонного профиля и т. д. К числу таких методов относят электроэрозионную, электрохимическую и анодно-механическую обработку металлов.

В основе *электроэрозионной обработки* металлов лежит процесс электроэрозии, т. е. разрушения поверхностей электродов при электрическом разряде между ними (рис. 15). Электроэрозионную обработку производят на специальных (электроискровых, электроимпульсных) станках.

Инструментом для обработки служит электрод, изготовленный из меди, латуни, бронзы, алюминия или некоторых других ма-

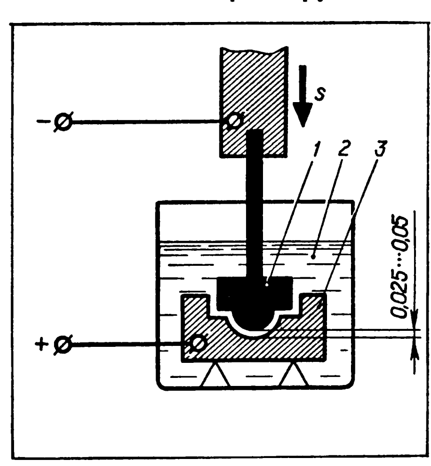


Рис. 15. Схема электроэрозионной обработки:

1 — инструмент (катод); *2* — рабочая жидкость; *3* — обрабатываемая заготовка (анод).

териалов. Он имеет форму, сответствующую форме требуемой поверхности обрабатываемой детали.

Заготовку помещают в ванну с жидкостью, не проводящей электрический ток. Инструмент и заготовку подключают в станке к источнику электрического тока. При сближении инструмента (катода) и заготовки (анода), когда искровой промежуток становится очень малым, между ними происходит электрический разряд. В результате температура на обрабатываемой поверхности заготовки мгновенно достигает 8000—10 000 °С, что приводит к местному расплавлению, частичному испарению и взрывоподобному выбросу микрочастиц с поверхности заготовок. Выброшенные частицы металла в жидкой среде затвердевают и оседают на дно ванны. При подаче электрода-инструмента искровые разряды многократно повторяются и образуют в заготовке лунку, отображающую форму инструмента.

Электроэрозионную обработку широко применяют для получения различных отверстий, пазов, углублений при изготовлении штампов, пресс-форм, кокилей и т. д.

Электрохимическая обработка заключается в том, что под воздействием электрического тока разрушаются поверхностные слои металла детали, помещенной в электролит. Частицы металла, лежащие на поверхности детали, растворяются в электролите, и деталь становится блестящей (электролитическое полирование). В том случае, если поверхности должны быть приданы определенные размеры, применяют специальный инструмент для механического удаления разрушенной пленки металла.

Анодно-механическая обработка металлов построена на сочетании электроэрозионного и электрохимического процессов. Ее сущность заключается в следующем. Через обрабатываемую заготовку (анод) и вращающийся инструмент (катод) пропускается постоянный электрический ток. Анод и катод находятся в среде электролита. Электрический ток, проходя через электролит, разлагает его и растворяет поверхность заготовки (анода). На поверхности заготовки постоянно образуется не проводящая ток пленка. Вращающийся инструмент (катод) механически срывает эту пленку. При точечном срыве пленки и частичном пробивании ее на вершинах микронеровностей в местах контакта инструмента проходит ток большой плотности, под действием которого микронеровности оплавляются. Оплавляемые частицы металла удаляют вращающимся инструментом.

Анодно-механический способ обработки металлов применяют для затачивания пластинок из твердых сплавов и для резки очень твердых и вязких металлов.

?! 1. Каковы достоинства физико-химических методов обработки металлов? 2. В чем заключается сущность электроэрозионной обработки металлов? 3. Что такое электрохимическая обработка металлов? 4. Что представляет собой анодно-механическая обработка металлов?

Раздел второй. ТЕХНОЛОГИЯ СЛЕСАРНОГО ДЕЛА

Одним из методов размерной обработки металлов, применяемых, как правило, на завершающей стадии изготовления деталей, является слесарная обработка. Особенностью слесарной обработки является то, что она выполняется в основном ручными инструментами или машинами ручного действия.

Основными операциями слесарной обработки являются разметка, правка, гибка, рубка, резка, опиливание, нарезание резьбы, шабрение и др. В круг слесарных работ входят также слесарно-сборочные работы. К ним относятся такие сборочные операции, как клепка, пайка, выполнение резьбовых соединений и т. д.

Слесарные работы выполняются не только при изготовлении деталей и их сборке в готовые изделия, но и при ремонте и эксплуатации машин и различного оборудования во всех отраслях народного хозяйства: в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и т. д.

Глава 4. ОСНОВНЫЕ СЛЕСАРНЫЕ ОПЕРАЦИИ

16. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОХРАНА ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЛЕСАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Для успешного решения производственных задач недостаточно располагать современным оборудованием, инструментами, приспособлениями и квалифицированными кадрами рабочих. Нужно определенным образом организовать труд на предприятии: правильно распределить задания; установить рациональные пропорции между видами труда; в соответствии с этим целесообразно расставить исполнителей и создать им нормальные условия работы; умело сочетать личные и коллективные интересы и т. д. Решению этих задач призвана способствовать научная организация труда (НОТ).

Научная организация труда представляет собой систему организации трудовых процессов на производстве и управления производством, основанную на учете социальных, экономических, психофизиологических и других факторов.

Целью НОТ является: создание условий для сохранения здоровья трудящихся; правильное использование рабочей силы; совершенствование методов и приемов труда; улучшение организации и обслуживания рабочих мест, участков, цехов; повышение квалификации кадров; совершенствование планирования, нормирования и оплаты труда; развитие творческой инициативы работников.

Научная организация труда должна охватывать все звенья и участки производства — от всего предприятия в целом до индивидуального рабочего места. Применительно к профессии слесаря НОТ охватывает все виды слесарных работ и организацию рабочих мест для их выполнения.

Технология слесарной обработки содержит ряд основных операций, таких, как разметка, рубка, правка и гибка металлов, резка металлов, опиливание, сверление, зенкование, зенкерование и развертывание отверстий, нарезание резьбы, клепка, притирка и доводка, пайка и др. Большинство этих операций относится к обработке металлов резанием.

Для выполнения слесарных работ организуется рабочее место слесаря.

Рабочим местом принято называть определенный участок производственной площади цеха, участка или мастерской, закрепленный за данным рабочим (или бригадой рабочих) и предназначенный для выполнения определенной работы.

Основным видом оборудования на рабочем месте слесаря для выполнения слесарных работ является слесарный верстак (рис. 16). Он представляет собой специальный стол, который должен быть прочным и устойчивым. Каркас *3* верстака обычно

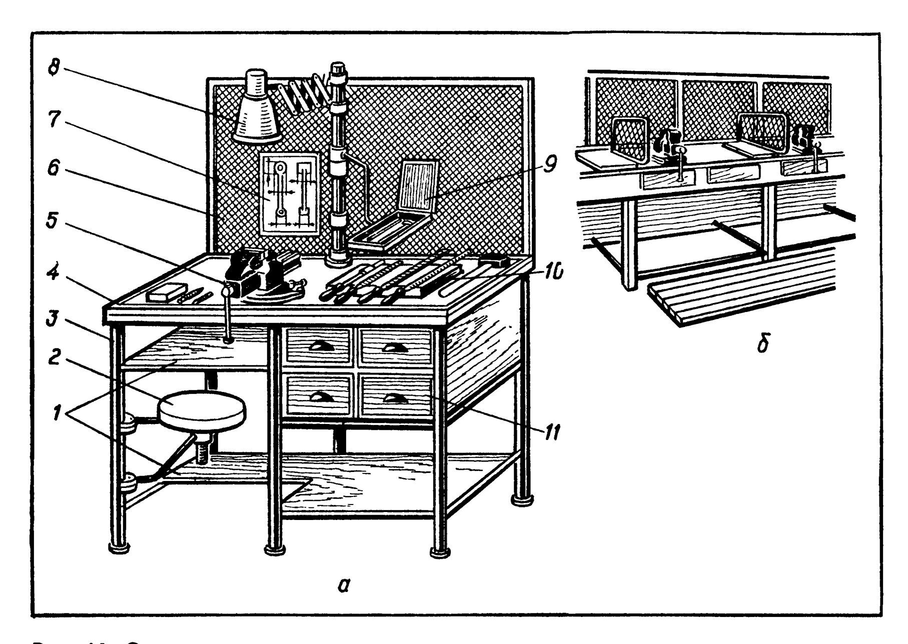


Рис. 16. Слесарные верстаки:

а — одноместные (*1* — полки; *2* — сиденье; *3* — каркас; *4* — столешница; *5* — тиски; *6* — защитный экран; *7* — планшет для чертежей; *8* — светильник; *9* — полочка для инструментов; *10* — планшет для инструментов; *11* — ящики); б — многоместные.

делают сварной конструкции из стальных труб или стального уголка. Крышку (столешницу) *4* изготовляют из досок толщиной 50...60 мм (из дерева твердых пород) и покрывают листовым железом толщиной 1...2 мм, линолеумом или фанерой. Края столешницы окантовывают бортиком, чтобы с нее не скатывались детали. Под столешницей располагают выдвижные ящики *11*, разделенные на ряд ячеек для хранения в определенном порядке инструментов, мелких деталей и документации. Кроме ящиков для различных инструментов и приспособлений, под столешницей устанавливают специальные полочки *1*. Верстак обязательно снабжают защитным экраном *6* из металлической сетки с ячейками не более 3 мм (или из оргстекла) для предохранения окружающих от возможного отлетания мелких кусочков металла в процессе работы, например при рубке металла. Для лучшего освещения рабочей поверхности верстака (особенно это необходимо при выполнении точных работ, измерении деталей, чтении чертежей и другой технической документации) на нем устанавливается светильник местного освещения *8*. Иногда к ножке верстака крепят сиденье *2*; когда сиденье не используют, его задвигают под верстак.

Слесарные верстаки бывают двух видов: одноместные (рис. 16, *а*) и многоместные (рис. 16, *б*). Одноместные верстаки имеют длину 1000...1200 мм, ширину 700...800 мм, высоту 800... 900 мм. У многоместных верстаков ширина и высота те же, а длина определяется в зависимости от числа работающих. Многоместные верстаки имеют существенный недостаток: если один работающий выполняет точные работы (например, разметку, опиливание или шабрение), а другой в это время производит рубку металла или клепку, то в результате вибрации верстака нарушается точность работ, выполняемых первым работающим. Поэтому более широко применяют одноместные слесарные верстаки.

При выполнении большинства слесарных работ необходимо прочно закреплять обрабатываемую заготовку. Для этой цели на слесарном верстаке устанавливают специальное зажимное приспособление — слесарные тиски. В зависимости от характера выполняемой работы используют стуловые, параллельные или ручные тиски.

Стуловые тиски получили свое название от способа крепления их на деревянном основании в виде стула. В дальнейшем они были приспособлены для крепления на верстаках.

Стуловые тиски (рис. 17, *а*), изготовленные из кованой стали, состоят из подвижной *4* и неподвижной *5* губок. На конце неподвижной части тисков находится лапа *7* для крепления тисков к столу. При этом удлиненный стержень *8* заделывают в деревянное основание и зажимают скобой. Губки сдвигают, вращая рычагом *1* винт *3*, имеющий прямоугольную резьбу. Раздвигают губки с помощью плоской пружины *2* при вывинчивании из гайки *6* винта *3*.

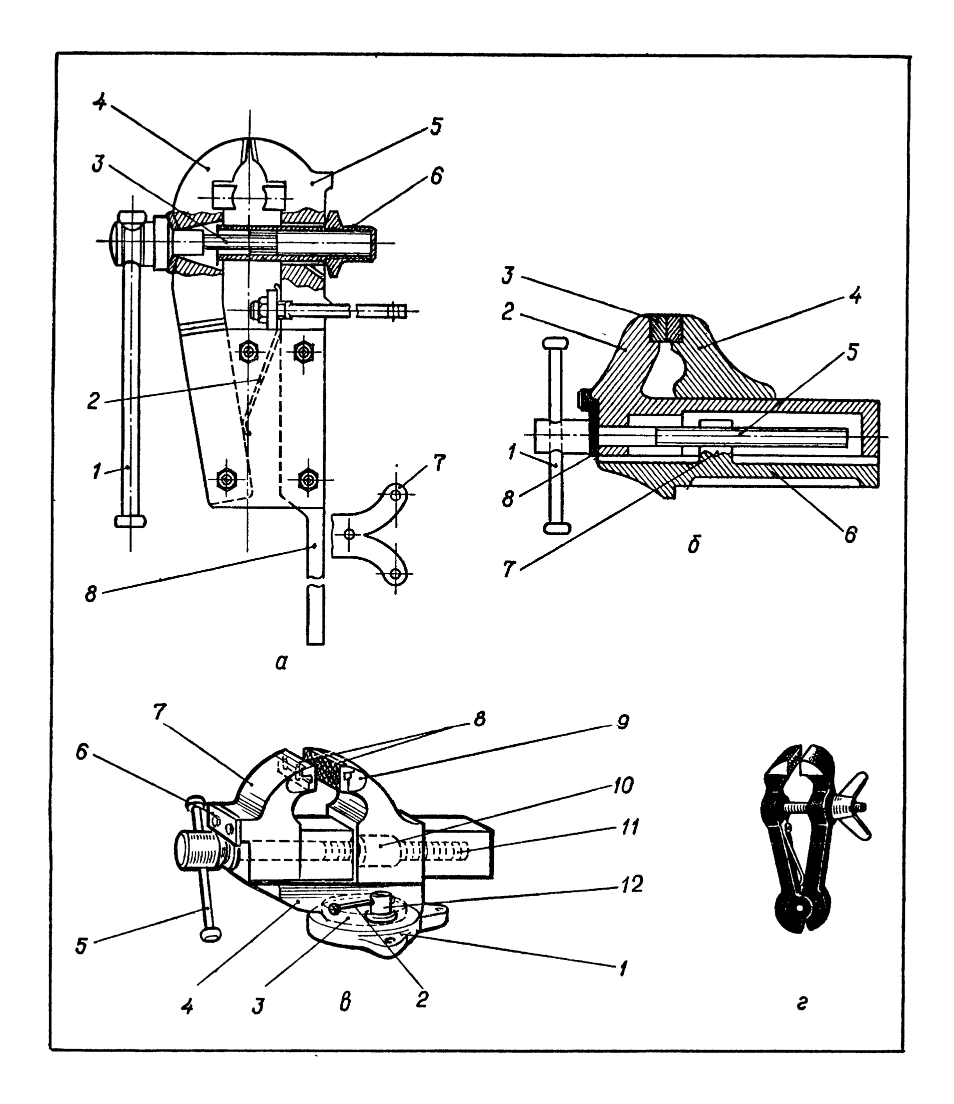


Рис. 17. Слесарные тиски:

а — стуловые (*1* — рычаг; *2* — пружина; *3* — винт; *4* — подвижная губка; *5* — неподвижная губка; *6* — чайка; *7* — лапа; *8* — стержень); *б* — неповоротные параллельные (*1* — рычаг; *2* — подвижная губка; *3* — пластинки; *4* — неподвижная губка; *5* — винт; *6* — основание; *7* — гайка; *8* — стопорная планка); *в* — поворотные параллельные (*1, 3* — опорная часть; *2* — рукоятка; *4* — поворотная часть; *5* — рычаг; *6* — стопорная планка; *7* — подвижная губка; *8* — пластинки; *9* — неподвижная губка; *10* — гайка; *11* — винт); *г* — шарнирные ручные.

Размеры слесарных тисков определяются шириной губок и раскрытием (разводом) их. Стуловые тиски изготовляются с шириной губок 100...180 мм и наибольшим раскрытием губок 90...180 мм.

Достоинствами стуловых тисков являются простота конструк-

ции и высокая прочность, а недостатки заключаются в следующем: рабочие поверхности губок не во всех положениях параллельны друг другу; при зажиме узкие обрабатываемые заготовки захватываются только верхними краями губок, а широкие — только нижними; не обеспечивается прочность закрепления; губки тисков при зажиме врезаются в обрабатываемую деталь, образуя на ее поверхности вмятины.

Стуловые тиски используются обычно при выполнении грубых тяжелых работ, связанных с применением ударной нагрузки: при рубке, клепке, гибке металла.

В параллельных тисках губки перемещаются параллельно одна другой. По устройству параллельные тиски подразделяются на неповоротные и поворотные.

Неповоротные параллельные тиски (рис. 17, *б*) имеют основание *6*, с помощью которого они крепятся болтами к крышке верстака, неподвижную *4* и подвижную *2* губки. Для увеличения срока службы губок их рабочие части делают сменными в виде призматических пластинок *3* из инструментальной стали и крепят к губкам винтами. На сменные части губок наносят крестообразную насечку для обеспечения плотности зажима заготовки. Подвижная губка перемещается своим хвостовиком в прямоугольном вырезе неподвижной губки при вращении рычага *1* (винта *5* в гайке *7*). От осевого перемещения в подвижной губке зажимной винт *5* удерживается стопорной планкой *8*.

Ширина губок неповоротных параллельных тисков может составлять 60...140 мм, а наибольшее раскрытие губок — 45...180 мм.

Поворотные параллельные тиски (рис. 17, *в*) могут поворачиваться в горизонтальной плоскости на любой угол. Они отличаются от неповоротных параллельных тисков конструкцией нижней опорной части. Неподвижная губка поворотных параллельных тисков соединена с основанием *3* центровым болтом *12*, вокруг которого и осуществляется необходимый поворот тисков. Поворотную часть *4* тисков закрепляют в нужном положении с помощью рукоятки *2*.

Поворотные параллельные тиски изготовляются с шириной губок 80...140 мм и раскрытием их 65...180 мм.

Основным преимуществом параллельных тисков перед стуловыми является возможность более плотного зажима обрабатываемой заготовки. Кроме этого, деталь в них можно закрепить под определенным углом.

Ручные слесарные тиски применяются при опиливании и сверлении, для закрепления небольших деталей или заготовок, которые неудобно или опасно держать руками.

Наибольшее применение имеют шарнирные ручные тиски (рис. 17, *г*). Ширина губок тисков 36...56 мм и раскрытие 28...55 мм.

В зависимости от характера выполняемых слесарных работ рабочее место слесаря оснащается самыми различными приспо-

соблениями, рабочим и измерительным инструментом, которые будут рассмотрены при изучении слесарных операций, для выполнения которых они предназначены.

С точки зрения научной организации труда должны быть выполнены следующие основные требования к рабочему месту слесаря:

точно определен и закреплен перечень работ на рабочем месте;

определен комплект основного оборудования, приспособлений и инструментов для их размещения и хранения на рабочем месте;

осуществлена рациональная планировка рабочего места, избавляющая рабочего от лишних и утомительных трудовых движений и обеспечивающая удобную рабочую позу и безопасность работы.

В целях экономии трудовых движений и мышечных усилий при их выполнении все оборудование на рабочем месте делят на предметы постоянного и временного пользования, за которыми закрепляют определенные места хранения и расположения.

Предметы, которыми пользуются чаще, располагают в пределах досягаемости левой и правой рук, согнутых в локте (нормальная рабочая зона) (рис. 18). Предметы, используемые реже, кладут дальше, но не далее досягаемости свободно вытянутых рук при наклоне корпуса вперед (к верстаку) не более 30°. По возможности избегают такого размещения оборудования, которое требует при работе поворотов и особенно нагибания корпуса, а также перекладывания предметов из одной руки в другую.

На предприятиях проводится определенный комплекс мероприятий по *охране труда* для обеспечения безопасности, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

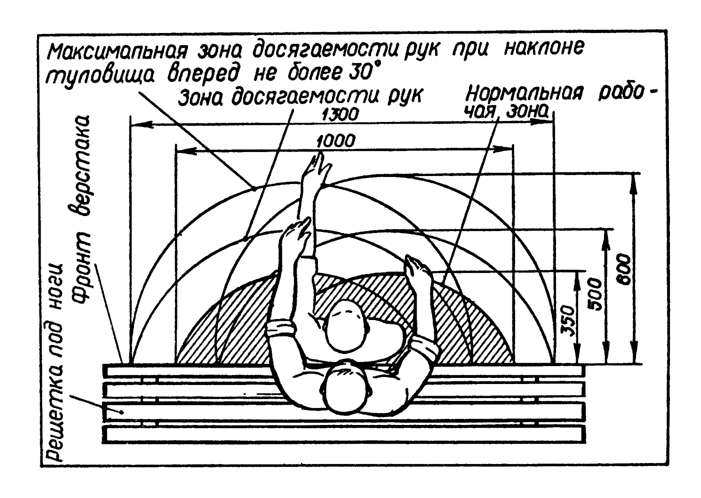


Рис. 18. Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости.

Одной из составных частей охраны труда являются правила безопасной работы. Их соблюдение поможет предохранить работающих от травм. Важнейшими условиями безопасности труда являются: создание максимально безопасных конструкций механизмов и машин, рациональная организация производства, обучение работающих безопасным методам и приемам труда. Безопасные методы и приемы труда предусматриваются в правилах и нормах, разработанных для всех отраслей производства. Рабочий, не прошедший инструктаж по технике безопасности, к работе не допускается.

Другую значительную часть охраны труда составляет производственная санитария. Ее цель — обеспечить санитарно-гигиенические условия труда, не допускающие вредных воздействий на организм человека, и тем самым предупредить профессиональные заболевания (заболевания, связанные с вредным воздействием условий труда).

Охрана труда также должна обеспечить пожарную безопасность. Для этого разработаны системы предотвращения пожаров и пожарной защиты, т. е. комплекс мероприятий, направленный на предупреждение пожаров, и приемы и средства борьбы с огнем в случае возникновения пожара.

Наконец, следующая часть вопросов охраны труда — это правовая охрана труда. Советское трудовое законодательство установлено в интересах трудящихся и, следовательно, охраняет их труд. Основные требования законодательства об охране труда изложены в разделе «Охрана труда» Кодекса законов о труде (КЗОТ) союзных республик.

?! 1. Что такое научная организация труда и каково ее назначение? 2. Назовите виды слесарных работ и операций по их выполнению. 3. Что называется рабочим местом слесаря? 4. Какое основное оборудование располагается на рабочем месте слесаря? 5. Расскажите об устройстве слесарного верстака. 6. Расскажите об устройстве тисков. 7. Какие требования НОТ предъявляются к рабочему месту слесаря? 8. Из каких составных частей складывается охрана труда?

17. РАЗМЕТКА

Разметка заключается в нанесении на поверхность заготовки линий (рисок), определяющих согласно чертежу контуры детали или места́, подлежащие обработке. Разметочные линии могут быть контурными, контрольными или вспомогательными.

Контурные риски определяют контур будущей детали и показывают границы обработки.

Контрольные риски проводят параллельно контурным «в тело» детали. Они служат для проверки правильности обработки.

Вспомогательными рисками намечают оси симметрии, центры радиусов закруглений и т. д.

Разметка заготовок создает условия для удаления с заготовок припуска металла до заданных границ, получения детали определенной формы, требуемых размеров и для максимальной экономии материалов. Применяют разметку преимущественно в индивидуальном и мелкосерийном производстве. В крупносерийном и массовом производстве обычно нет необходимости в разметке благодаря использованию специальных приспособлений — кондукторов, упоров, ограничителей, шаблонов и т. д.

Разметку подразделяют на линейную (одномерную), плоскостную (двумерную) и пространственную, или объемную (трехмерную).

Линейная разметка применяется при раскрое фасонного проката, подготовке заготовок для изделий из проволоки, прутка, полосовой стали и т. д., т. е. тогда, когда границы, например разрезания или изгиба, указывают только одним размером — длиной.

Плоскостная разметка используется обычно при обработке деталей, изготавливаемых из листового металла. В этом случае риски наносят только на плоскости. К плоскостной разметке относят и разметку отдельных плоскостей деталей сложной формы, если при этом не учитывается взаимное расположение размечаемых плоскостей.

Пространственная разметка наиболее сложная из всех видов разметки. Ее особенность заключается в том, что размечаются не только отдельные поверхности заготовки, расположенные в различных плоскостях и под различными углами друг к другу, но и производится взаимная увязка расположения этих поверхностей между собой.

При выполнении разметки указанных видов применяется разнообразный контрольно-измерительный и разметочный инструмент.

К специальному разметочному инструменту относят чертилки, кернеры, разметочные циркули, рейсмусы. Кроме этих инструментов, при разметке используют молотки, разметочные плиты и различные вспомогательные приспособления: подкладки, домкраты и т. д.

Чертилки (рис. 19) служат для нанесения линий (рисок) на размечаемую поверхность заготовки. Широко используются чертилки трех видов: круглая (рис. 19, *а*), с отогнутым концом (рис. 19, *б*) и со вставной иглой (рис. 19, *в*). Изготавливают чертилки обычно из инструментальной стали У10 или У12.

Кернеры (рис. 20) применяются для нанесения углублений (кернов) на предварительно размеченных линиях. Это делается для того, чтобы линии были отчетливо видны и не стирались в процессе обработки деталей.

Изготавливают кернеры из инструментальной углеродистой стали. Рабочую (острие) и ударную части подвергают термообработке. Кернеры подразделяют на обыкновенные, специальные, механические (пружинные) и электрические.

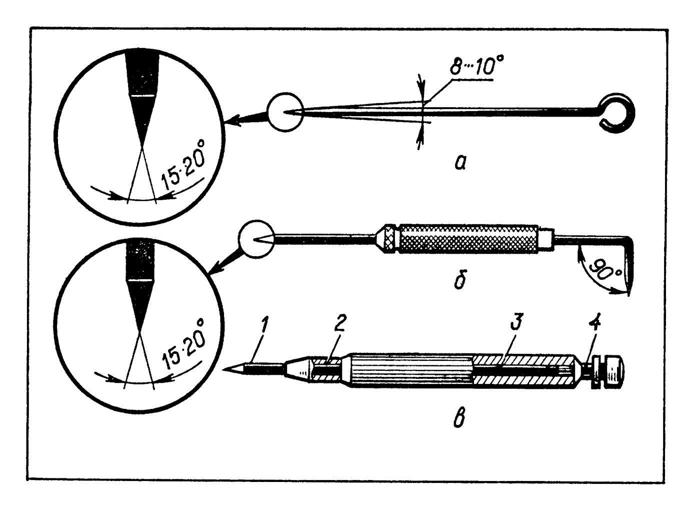


Рис. 19. Чертилки для нанесения рисок:

а — круглая; *б* — с отогнутым концом; *в* — со вставными иглами (*1* — игла; *2* — корпус; *3* — запасные иглы; *4* — пробка).

Обыкновенный кернер (рис. 20, *а*) — это стальной стержень длиной 100...160 мм и диаметром 8...12 мм. Его ударная часть (боек) имеет сферическую поверхность. Острие кернера затачивается на шлифовальном круге под углом 60°. При более точных разметках угол заострения кернера может быть 30...45°, а для разметки центров будущих отверстий — 75°.

К специальным кернерам относят кернер-циркуль (рис. 20, *б*) и кернер-колокол (центроискатель) (рис. 20, *в*). Кернер-циркуль удобен для накернивания дуг небольшого диаметра, а кернер-колокол — для разметки центровочных отверстий заготовок, подлежащих дальнейшей, например токарной, обработке.

Механический (пружинный) кернер (рис. 20, *г*) применяется для точной разметки тонких и ответственных деталей. Его принцип действия основан на сжатии и мгновенном освобождении пружины.

Электрический кернер (рис. 20, *д*) состоит из корпуса *6*, пружин *2* и *5*, ударника *3*, катушки *4* и собственно кернера *1*. При нажатии на заготовку установленным на риске острием кернера электрическая цепь замыкается, и ток, проходя через катушку, создает магнитное поле; ударник втягивается в катушку и наносит удар по стержню кернера. Во время переноса кернера в другую точку пружина *2* размыкает цепь, а пружина *5* возвращает ударник в исходное положение.

Специальные, механические и электрические кернеры значительно облегчают труд и повышают его производительность.

Разметочные (слесарные) циркули (рис. 21) используют для разметки окружностей и дуг, деления окружностей и отрезков на части и других геометрических построений при разметке заго-

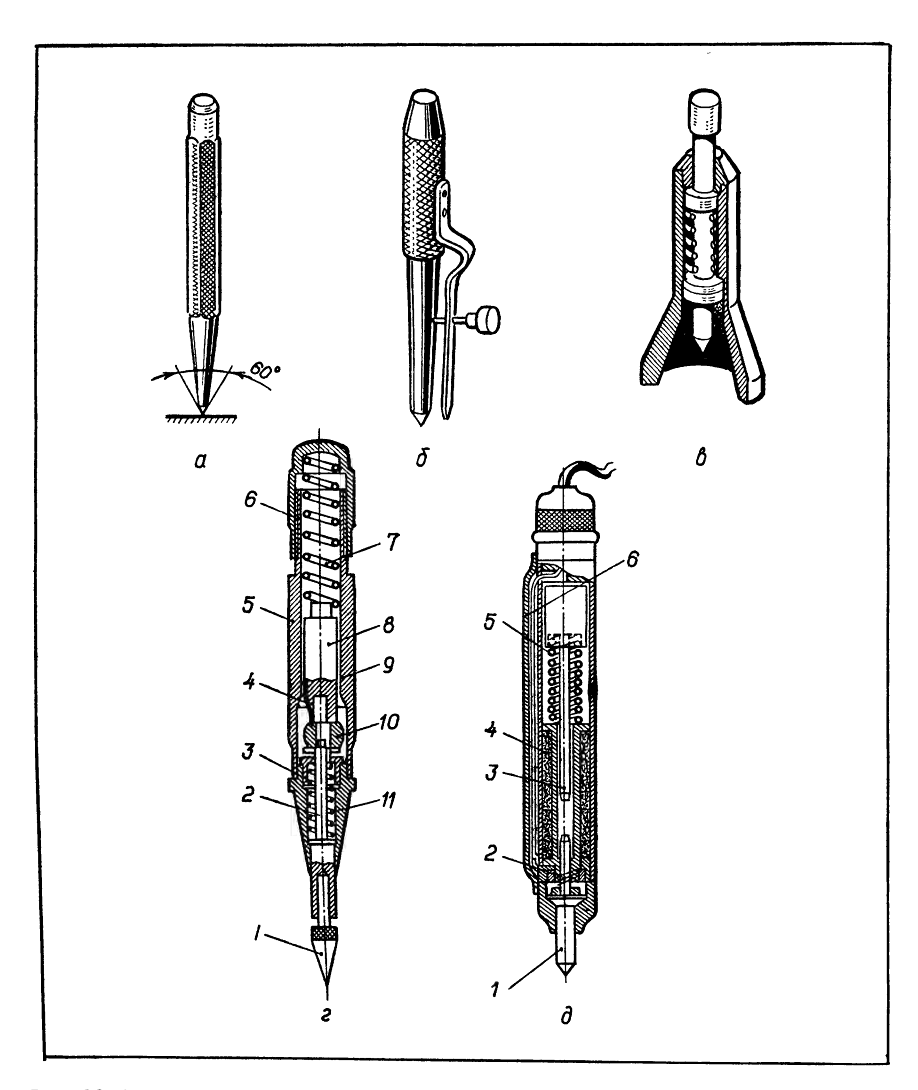


Рис. 20. Кернеры:

а — обыкновенный; б — кернер-циркуль; в — кернер-колокол (центроискатель); г — механический (пружинный) (1 — кернер; 2 — стержень; 3, 5, 6 — свинченные части; 4 — плоская пружина; 7, 11 — пружины; 8 — ударник; 9 — заплечики; 10 — сухарь); д — электрический (1 — кернер; 2, 5 — пружины; 3 — ударник; 4 — катушка; 6 — корпус).

товки. Их применяют также для переноса размеров с измерительной линейки на заготовку. По устройству они аналогичны чертежным циркулям-измерителям.

Разметочные циркули бывают в основном двух видов: простые (рис. 21, *а*) и пружинные (рис. 21, *б*). Ножки пружинного циркуля

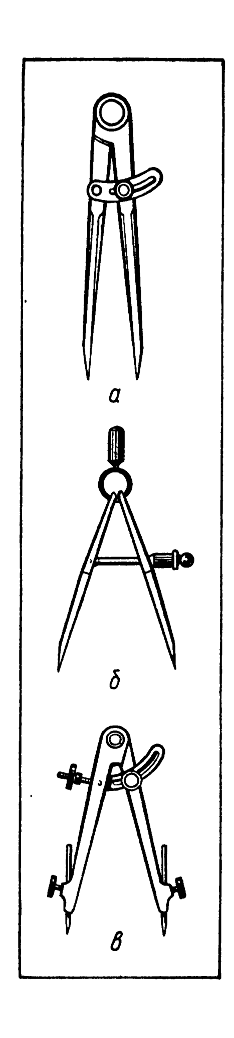


Рис. 21. Разметочные (слесарные) циркули:
а — простой; *б* — пружинный; *в* — со вставными (сменными) плечами.

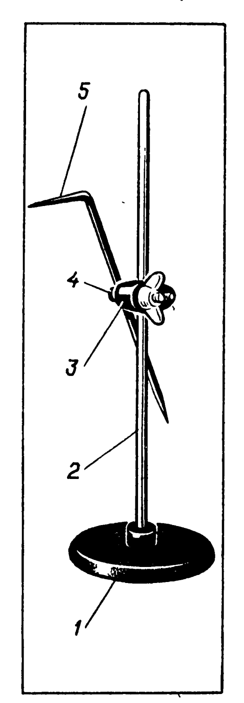


Рис. 22. Рейсмус:
1 — подставка; *2* — стойка; *3* — хомутик; *4* — винт; *5* — чертилка.

сжимаются под действием пружины, а разжимаются с помощью винта и гайки. Ножки циркуля могут быть цельными или со вставными иглами (рис. 21, *в*).

Одним из основных инструментов для выполнения пространственной разметки является рейсмус. Он служит для нанесения параллельных вертикальных и горизонтальных рисок и для проверки установки деталей на разметочной плите.

Рейсмус (рис. 22) представляет собой чертилку *5*, закрепленную на стойке *2* с помощью хомутика *3* и винта *4*. Хомутик передвигается на стойке и закрепляется в любом положении. Чертилка проходит через отверстие винта и может быть установлена с любым наклоном. Винт при этом закрепляется гайкой-барашком. Стойка рейсмуса укреплена на массивной подставке *1*.

Плоскостную и особенно пространственную разметки заготовок производят на разметочных плитах.

Разметочная плита — это чугунная отливка, горизонтальная рабочая поверхность и боковые грани которой очень точно обработаны. На рабочей поверхности больших плит делают продольные и поперечные канавки глубиной 2...3 мм и шириной 1...2 мм, которые образуют квадраты со стороной 200 или 250 мм. Это облегчает установку на плите различных приспособлений.

Кроме рассмотренной разметки по чертежу, применяют разметку по шаблону.

Шаблон используют при изготовлении деталей или проверке их после обработки. Разметку по шаблону производят при изготовлении больших партий одинаковых деталей. Она целесообразна потому, что позволяет избежать повторения трудоемкой и требующей много времени разметки по чертежу, если выполнить ее один раз при изготовлении шаблона. Все последующие операции разметки заготовок заключаются в копировании очертаний шаблона. Кроме того, шаблоны могут использоваться для контроля детали после обработки заготовки.

Шаблоны изготовляются из листового материала толщиной 1,5— 3 мм. При разметке шаблон накладывают на размечаемую поверхность заготовки и по его контуру проводят чертилкой риски. Затем по рискам наносят керны. С помощью шаблона могут быть размечены и центры будущих отверстий.

?! 1. Что такое разметка? 2. Для чего размечают заготовки? 3. Какие различают виды разметки и в каких случаях они применяются? 4. Какие инструменты используют при разметке заготовок? 5. Что представляет собой чертилка и для чего она служит? 6. Какие бывают кернеры? 7. Как устроен разметочный циркуль? 8. Для чего служит рейсмус? 9. Какие оборудование и приспособления применяются при разметке?

18. ПРАВКА И ГИБКА МЕТАЛЛОВ

Правка необходима для устранения дефектов заготовок и деталей в виде вогнутости, выпуклости, волнистости, коробления, искривления и т. д. Ее сущность заключается в сжатии выпуклого слоя металла и расширении вогнутого.

Металл подвергается правке как в холодном, так и в нагретом состоянии. Выбор того или иного способа правки зависит от величины прогиба, размеров и материала заготовки (детали).

Правка может быть ручной (на стальной или чугунной правильной плите) или машинной (на правильных вальцах или прессах).

Правильная плита, так же как и разметочная, должна быть массивной. Ее размеры могут быть от 400×400 мм до 1500×3000 мм. Устанавливаются плиты на металлические или дере-

вянные подставки, обеспечивающие устойчивость плиты и горизонтальность ее положения.

Для правки закаленных деталей (рихтовки) используют рихтовальные бабки. Они изготовляются из стали и закаливаются. Рабочая поверхность бабки может быть цилиндрической или сферической радиусом 150...200 мм.

Ручную правку производят специальными молотками с круглым, радиусным или вставным из мягкого металла бойком. Тонкий листовой металл правят киянкой (деревянным молотком).

При правке металла очень важно правильно выбрать места, по которым следует наносить удары. Силу удара необходимо соизмерять с величиной кривизны металла и уменьшать по мере перехода от наибольшего прогиба к наименьшему.

При большом изгибе полосы на ребро удары наносят носком молотка для односторонней вытяжки (удлинения) мест изгиба. Полосы, имеющие скрученный изгиб, правят методом раскручивания. Проверяют правку «на глаз», а при высоких требованиях к прямолинейности полосы — лекальной линейкой или на поверочной плите.

Металл круглого сечения можно править на плите или на наковальне. Если пруток имеет несколько изгибов, то правят сначала крайние изгибы, а затем расположенные в середине.

Наиболее сложной является правка листового металла. Лист кладут на плиту выпуклостью вверх. Удары наносят молотком от края листа по направлению к выпуклости. Под действием ударов ровная часть листа будет вытягиваться, а выпуклая выправляться.

При правке закаленного листового металла наносят несильные, но частые удары носком молотка по направлению от вогнутости к ее краям. Верхние слои металла растягиваются, и деталь выпрямляется.

Валы и круглые заготовки большого сечения правят с помощью ручного винтового или гидравлического пресса.

По приемам работы и характеру рабочего процесса к правке металлов очень близко стоит другая слесарная операция — *гибка металлов*. Гибка металлов применяется для придания заготовке изогнутой формы согласно чертежу. Сущность ее заключается в том, что одна часть заготовки перегибается по отношению к другой на какой-либо заданный угол. Напряжения изгиба должны превышать предел упругости, а деформация заготовки должна быть пластической. Только в этом случае заготовка сохранит приданную ей форму после снятия нагрузки.

Ручную гибку производят в тисках с помощью слесарного молотка и различных приспособлений. Последовательность выполнения гибки зависит от размеров контура и материала заготовки.

Гибку тонкого листового металла производят киянкой. При использовании для гибки металлов различных оправок их форма должна соответствовать форме профиля детали с учетом деформации металла.

Выполняя гибку заготовки, важно правильно определить ее размеры. Расчет длины заготовки выполняют по чертежу с учетом радиусов всех изгибов. Для деталей, изгибаемых под прямым углом без закруглений с внутренней стороны, припуск заготовки на изгиб должен составлять 0,6 ... 0,8 толщины металла.

При пластической деформации металла в процессе гибки нужно учитывать упругость материала: после снятия нагрузки угол загиба несколько увеличивается.

Изготовление деталей с очень малыми радиусами изгиба связано с опасностью разрыва наружного слоя заготовки в месте изгиба. Размер минимально допустимого радиуса изгиба зависит от механических свойств материала заготовки, от технологии гибки и качества поверхности заготовки (см. табл. 6 приложения 2). Детали с малыми радиусами закруглений необходимо изготовлять из пластичных материалов или предварительно подвергать отжигу.

При изготовлении изделий иногда возникает необходимость в получении криволинейных участков труб, изогнутых под различными углами. Гибке могут подвергаться цельнотянутые и сварные трубы, а также трубы из цветных металлов и сплавов.

Гибку труб производят с наполнителем (обычно сухой речной песок) или без него. Это зависит от материала трубы, ее диаметра и радиуса изгиба. Наполнитель предохраняет стенки трубы от образования в местах изгиба складок и морщин (гофров).

?! 1. Что называется правкой металла? 2. В чем заключается сущность правки? 3. Какие бывают виды правки? 4. Что представляет собой правильная плита? 5. Какие инструменты применяются при правке металлов? 6. В чем заключается сущность гибки металлов? 7. Что необходимо учитывать при расчете длины заготовки при гибке?

19. РУБКА МЕТАЛЛОВ

Во время рубки с помощью зубила и слесарного молотка с заготовки удаляют слои металла или разрубают заготовку.

Физической основой рубки является действие клина, форму которого имеет рабочая (режущая) часть зубила (рис. 23). Рубка применяется в тех случаях, когда станочная обработка заготовок трудно выполнима или нерациональна.

С помощью рубки производится удаление (срубание) с заготовки неровностей металла, снятие твердой корки, окалины, острых кромок детали, вырубание пазов и канавок, разрубание листового металла на части.

Рубка производится, как правило, в тисках. Разрубание листового материала на части может выполняться на плите.

Основным рабочим (режущим) инструментом при рубке является зубило, а ударным — молоток.

Слесарное зубило (рис. 24) изготовляется из инструменталь-

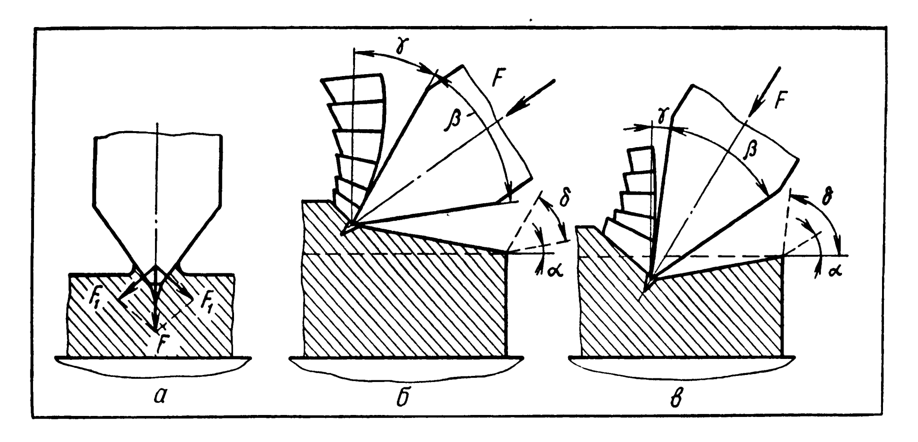
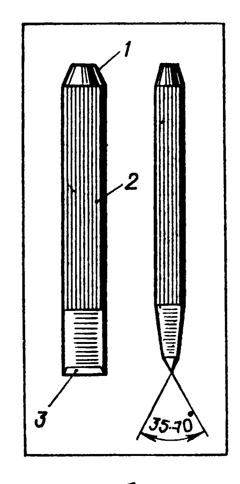


Рис. 23. Обработка заготовок зубилом:

а — врезание инструмента в заготовку; б, в — положение инструмента при снятии тонкой и толстой стружки; γ — передний угол; α — задний угол; β — угол заострения; δ — угол резания.



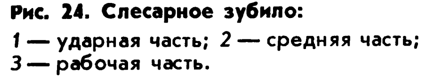


Рис. 24. Слесарное зубило:

1 — ударная часть; *2* — средняя часть; *3* — рабочая часть.

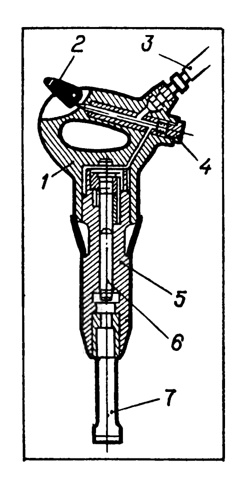


Рис. 25. Пневматический рубильный молоток:

1 — рукоятка; *2* — курок; *3* — шланг; *4* — золотник; *5* — ствол; *6* — боек; *7* — зубило.

ной углеродистой стали. Оно состоит из трех частей: ударной, средней и рабочей. Ударная часть *1* выполняется суживающейся кверху, а вершина ее (боек) — закругленной; за среднюю часть *2* зубило держат во время рубки; рабочая (режущая) часть *3* имеет клиновидную форму. Угол заострения выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала.

Для наиболее распространенных материалов рекомендуются следующие углы заострения: для твердых материалов (твердая

сталь, чугун) — 70°; для материалов средней твердости (сталь) — 60°; для мягких материалов (медь, латунь) — 45°; для алюминиевых сплавов — 35°.

Рабочая и ударная части зубила подвергаются термической обработке (закалке и отпуску). Степень закалки зубила можно определить, проведя напильником по закаленной части зубила: если напильник не снимает стружку, а скользит по поверхности, закалка выполнена хорошо.

Для вырубания узких пазов и канавок пользуются зубилом с узкой режущей кромкой — крейцмейселем. Такое зубило может применяться и для снятия широких слоев металла: сначала прорубают канавки узким зубилом, а оставшиеся выступы срубают широким зубилом.

Для вырубания профильных канавок (полукруглых, двугранных и др.) применяются специальные крейцмейсели — канавочники, отличающиеся друг от друга формой режущей кромки.

Слесарные молотки, используемые при рубке маталлов, бывают двух типов: с круглым и с квадратным бойком. Основной характеристикой молотка является его масса. Для рубки металлов применяют молотки массой 400...600 г.

Рубка металлов — операция очень трудоемкая. Для облегчения труда и повышения его производительности используют механизированные инструменты. Среди них наибольшее распространение имеет *пневманический рубильный молоток* (рис. 25). Он приводится в действие сжатым воздухом, который подается по шлангу *3* от постоянной пневмосети или передвижного компрессора. При рубке металла нажимают курок *2*, отжимающий золотник *4*. Воздух, попадая через воздухопроводящие каналы, перемещает боек *6*, который ударяет по хвостовику зубила *7*, вставленному в ствол *5*. Во время рубки пневматический рубильный молоток держат обеими руками: правой —за рукоятку, левой — за конец ствола, и направляют зубило по линии рубки.

?! 1. Что называется рубкой металла? 2. Какова физическая сущность рубки? 3. Какие инструменты применяют при рубке металлов?

20. РЕЗКА МЕТАЛЛОВ

В зависимости от формы и размеров материала заготовок или деталей разрезание при ручной обработке металла осуществляют с помощью ручного или механизированного инструмента: острогубцами, ручными и электрическими ножницами, ручными и пневматическими ножовками, труборезами.

Сущность операции разрезания металла острогубцами (кусачками) и ножницами заключается в разделении проволоки, листового или полосового металла на части под давлением двух движущихся навстречу друг другу клиньев (режущих ножей).

Режущие кромки у острогубцев смыкаются одновременно по всей длине. У ножниц же сближение лезвий идет постепенно от одного края к другому. Их режущие кромки не смыкаются, а сдвигаются одно относительно другой. И острогубцы, и ножницы представляют собой шарнирное соединение двух рычагов, у которых длинные плечи выполняют роль рукояток, а короткие — режущих ножей.

Острогубцы (кусачки) используют, главным образом, для разрезания проволоки. Угол заострения режущих кромок острогубцев может быть различным в зависимости от твердости разрезаемого материала. У многих острогубцев он равен 55...60°.

Ручные ножницы (рис. 26) применяют для разрезания листов: из стали толщиной 0,5...1,0 мм и из цветных металлов толщиной до 1,5 мм.

В зависимости от устройства режущих ножей ножницы делятся так: прямые (рис. 26, *а*) — с прямыми режущими ножами, предназначенные в основном для разрезания металла по прямой линии или по окружности большого радиуса; кривые (рис. 26, *б*) — с криволинейными ножами; пальцевые (рис. 26, *в*) — с узкими режущими ножами для вырезания в листовом металле отверстий и поверхностей с малыми радиусами.

По расположению режущих ножей ножницы делятся на правые и левые. У правых ножниц скос режущей кромки нижнего ножа находится справа, у левых — слева.

Стуловые ножницы (рис. 26, *г*) отличаются от обычных ручных большими размерами и применяются для разрезания листового металла толщиной до 2 мм.

Рычажные ножницы (рис. 26, *д*) применяются для разрезания листовой стали толщиной до 4 мм (цветных металлов — до 6 мм). Верхний шарнирно закрепленный нож *3* приводится в действие от рычага *2*. Нижний нож *1* закреплен неподвижно.

Для механизации тяжелого и трудоемкого процесса разрезания листового металла применяют, как уже отмечалось, электрические ножницы.

Электрические ножницы С-424 (рис. 27) состоят из электродвигателя *4*, редуктора *1* с эксцентриком *5* и рукоятки *3*. Возвратно-поступательное движение от эксцентрика передается верхнему ножу *8*. Нижний нож *7* закреплен на скобе *6*.

Ручная ножовка (рис. 28, *а*) применяется для разрезания сравнительно толстых листов металла и круглого или профильного проката. Ножовкой можно производить также прорезание шлицев, пазов, обрезку и вырезку заготовок по контуру и другие работы. Она состоит из рамки *1*, натяжного винта с барашковой гайкой *2*, рукоятки *6*, ножовочного полотна *4*, которое вставляется в прорези головок *3* и крепится штифтами *5*.

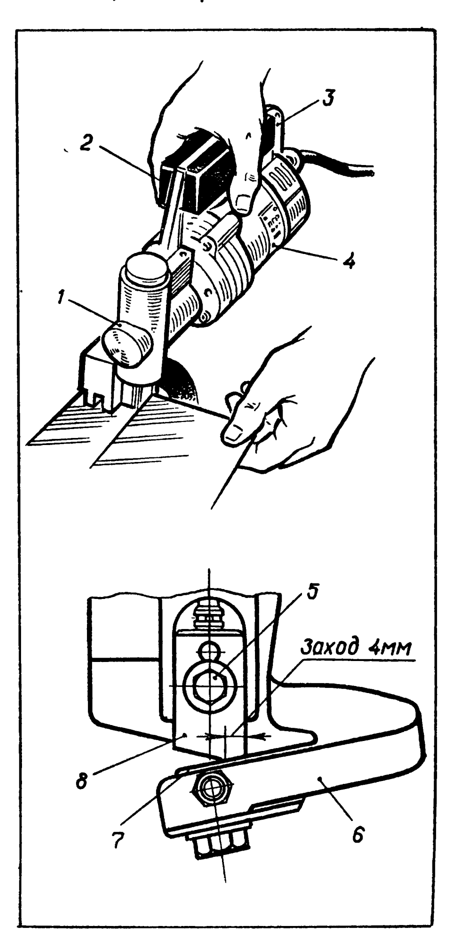
Ножовочные рамки изготовляют двух типов: цельные (для ножовочного полотна одной определенной длины) и раздвижные (можно закреплять ножовочные полотна разной длины).

Рис. 26. Ручные ножницы:

а — прямые; б — кривые; в — пальцевые; г — стуловые; д — рычажные (*1* — нижний нож; *2* — рычаг; *3* — верхний нож; *4* — риска; *5* — разрезаемый лист).

Рис. 27. Электрические ножницы С-424:

1 — редуктор; *2* — выключатель; *3* — рукоятка; *4* — электродвигатель; *5* — эксцентрик; *6* — скоба; *7* — нижний нож; *8* — верхний нож.



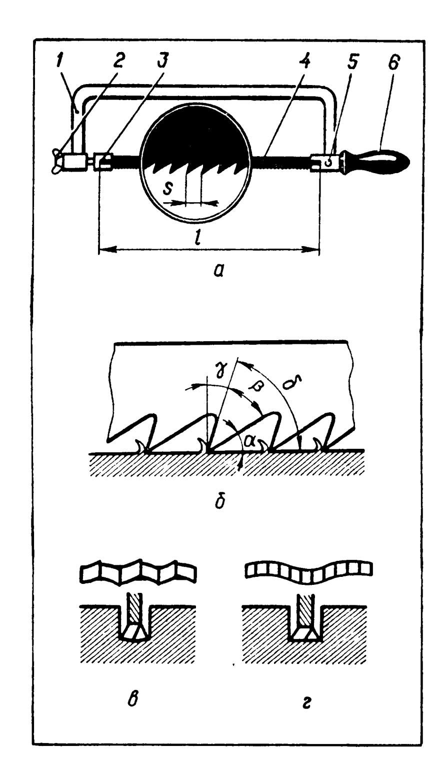


Рис. 28. Ручная ножовка:

а — устройство (*1* — рамка; *2* — барашковая гайка; *3* — головка натяжного винта; *4* — ножовочное полотно; *5* — штифт; *6* — рукоятка); б — углы заточки; в — разводка зубьев «по зубу»; г — разводка зубьев «по полотну».

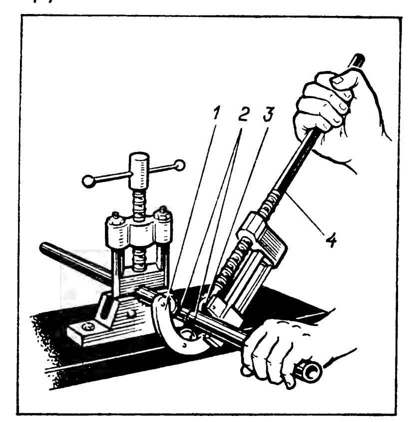


Рис. 29. Труборез:

1 — скоба; *2* — неподвижные ролики; *3* — подвижный ролик (резец); *4* — рукоятка.

Ножовочное полотно (режущая часть ножовки) представляет собой тонкую и узкую стальную пластину с зубьями на одном из ребер. Его изготовляют из инструментальной или быстрорежущей стали. Длина наиболее распространенных ножовочных полотен составляет 250...300 мм. Каждый зуб полотна имеет форму клина (резца). На нем, как и на резце, различают задний угол α, угол заострения β, передний угол γ и угол резания $\delta=\alpha+\beta$ (рис. 28, *б*). При насечке зубьев учитывают то, что образующаяся стружка должна помещаться между зубьями до их выхода из пропила. В зависимости от твердости разрезаемых материалов углы зуба полотна могут быть: $\gamma=0\div12°$, $\beta=43\div60°$ и $\alpha=35\div40°$.

Для разрезания более твердых материалов угол заострения β делают больше, для мягких — меньше. Чтобы ширина разреза, сделанного ножовкой, была немного больше толщины полотна, выполняют разводку зубьев «по зубу» (рис. 28, *в*) или «по полотну» (рис. 28, *г*). Это предотвращает заклинивание полотна и облегчает работу.

Более высокая производительность труда достигается при использовании *пневматической ножовки.*

Разрезание стальных труб сравнительно больших диаметров — операция трудоемкая, поэтому для ее выполнения применяют специальные труборезы.

Труборез (рис. 29) состоит из скобы *1*, двух неподвижных

роликов *2*, подвижного ролика (резца) *3* и рукоятки *4*. Труборез надевают на трубу, закрепленную в тисках или приспособлении, вращением рукоятки придвигают подвижный ролик до соприкосновения с поверхностью трубы. Затем, поворачивая за рукоятку весь труборез вокруг трубы и постепенно поджимая воротком подвижный ролик, разрезают трубу.

?! 1. Какими ручными и механизированными инструментами производится резание металла? 2. В чем заключается сущность операции разрезания металла острогубцами и ножницами? 3. Каковы разновидности ручных ножниц? 4. Что представляют собой электрические ножницы? 5. Как устроена ручная ножовка? 6. Для чего делается разводка зубьев ножовочного полотна? 7. Как устроен и работает труборез?

21. ОПИЛИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

При *опиливании* с поверхности заготовки снимают слои материала с помощью напильника.

Как вы уже знаете, напильник — это многолезвийный режущий инструмент, обеспечивающий сравнительно высокую точность и малую шероховатость обрабатываемой поверхности заготовки (детали).

Опиливанием придают детали требуемую форму и размеры, пригоняют детали друг к другу при сборке. С помощью напильников обрабатывают плоскости, криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия различной формы, поверхности, расположенные под разными углами, и т. д.

Припуски на опиливание оставляют небольшие — 0,5... 0,025 мм. Погрешность при обработке может колебаться в пределах 0,2...0,05 мм и в отдельных случаях не превышать 0,005 мм.

Напильник (рис. 30, *а*) представляет собой стальной брусок определенного профиля и длины, на поверхности которого имеется насечка (нарезка). Насечка образует мелкие и острозаточенные зубья, имеющие в сечении форму клина. Для напильников с насеченным зубом угол заострения (β) обычно равен 70°, передний угол (γ) — до 16°, задний угол (α) — от 32 до 40°.

Насечка может быть одинарной (простой), двойной (перекрестной), рашпильной (точечной) или дуговой (рис. 30, *б* — *д*).

Напильники с одинарной насечкой снимают широкую стружку по длине всей насечки. Их применяют при опиливании мягких металлов.

Напильники с двойной насечкой используют при опиливании стали, чугуна и других твердых материалов, так как перекрестная насечка размельчает стружку, чем облегчает работу.

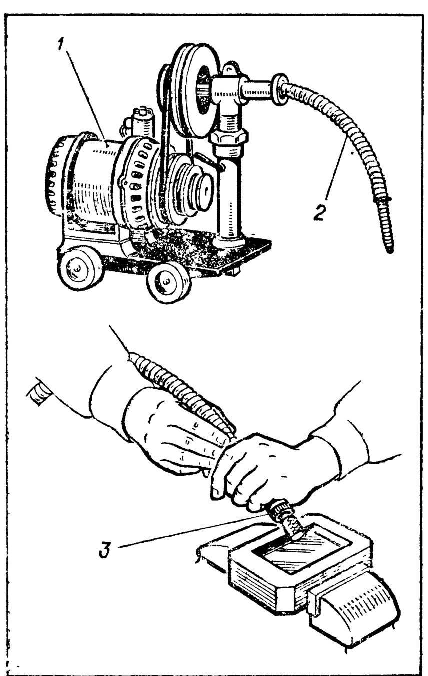
Рашпильную насечку получают вдавливанием металла специальными трехгранными зубилами. Полученные при образовании зубьев вместительные выемки способствуют лучшему раз-

Рис. 30. Напильники:

а — основные части (1 — нос; 2 — ребро; 3 — грань; 4 — пятка; 5 — кольцо; 6 — хвостовик; 7 — ручка); б — одинарная насечка; в — двойная насечка; г — рашпильная насечка; д — дуговая насечка; е — насадка ручки.

Рис. 31. Универсальная шлифовальная машинка:

1 — электродвигатель; 2 — гибкий вал; 3 — державка с инструментом.



мещению стружки. Рашпилями обрабатывают очень мягкие металлы и неметаллические материалы.

Дуговую насечку получают фрезерованием. Она имеет дугообразную форму и большие впадины между зубьями, что обеспечивает высокую производительность и хорошее качество обрабатываемых поверхностей.

Изготовляются напильники из стали У13 или У13А, а также из хромистой стали ШХ15 и 13Х. После насечки зубьев напильники подвергают термической обработке.

Ручки напильников изготовляют обычно из древесины (березы, клена, ясеня и других пород). Приемы насадки ручек показаны на рис. 38, *е*.

По назначению напильники делят на следующие группы: общего назначения, специального назначения, надфили, рашпили, машинные напильники. Для общеслесарных работ применяют напильники общего назначения.

По числу насечек на 1 см длины напильники подразделяют на 6 номеров.

Напильники с насечкой № 0 и 1 (драчевые) имеют наиболее крупные зубья и служат для грубого (чернового) опиливания с погрешностью 0,5...0,2 мм.

Напильники с насечкой № 2 и 3 (личные) служат для чистового опиливания деталей с погрешностью 0,15...0,02 мм.

Напильники с насечкой № 4 и 5 (бархатные) применяются для окончательной точной отделки изделий. Погрешность при обработке — 0,01...0,005 мм.

Длина напильников от 100 до 400 мм. По форме поперечного сечения они подразделяются на плоские, квадратные, трехгранные, круглые, полукруглые, ромбические и ножовочные.

Для обработки мелких деталей служат малогабаритные напильники — надфили. Они изготовляются пяти номеров с числом насечек на 1 см длины 20...112.

Обработку закаленной стали и твердых сплавов производят специальными надфилями, на стальном стержне которых закреплены зерна искусственного алмаза.

Улучшение условий и повышение производительности труда при опиливании металла достигается путем применения механизированных (электрических и пневматических) напильников.

Рассмотрим устройство универсальной шлифовальной машинки, которая широко используется в современном производстве.

Универсальная шлифовальная машинка (рис. 31), работающая от электродвигателя *1*, имеет шпиндель, к которому крепится гибкий вал *2* с державкой (головкой) *3* для закрепления рабочего инструмента. Сменные прямые и угловые головки позволяют с помощью круглых фасонных напильников производить опиливание в труднодоступных местах и под разными углами.

Качество опиливания контролируют самыми различными ин-

струментами. Правильность опиливаемой плоскости проверяют поверочной линейкой «на просвет». Если плоская поверхность должна быть опилена особенно точно, ее проверяют с помощью поверочной плиты «на краску». В том случае, если плоскость должна быть опилена под определенным углом к другой смежной плоскости, контроль осуществляется с помощью угольника или угломера. Для проверки параллельности двух плоскостей пользуются штангенциркулем или кронциркулем.

Расстояние между параллельными плоскостями в любом месте должно быть одинаковым.

Контроль криволинейных обрабатываемых поверхностей производят по линиям разметки или с помощью специальных шаблонов.

?! 1. Какой способ обработки металла называется опиливанием? 2. В каких случаях применяется опиливание металла? 3. Какие бывают виды насечек для образования зубьев напильников? 4. Из какого материала изготовляют напильники? 5. На какие группы делятся напильники по назначению? 6. Что такое надфили и для чего они служат? 7. Как устроена универсальная шлифовальная машинка? 8. Какими инструментами контролируют качество опиливания?

22. СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКОВАНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

В работе слесаря по изготовлению, ремонту или сборке деталей механизмов и машин часто возникает необходимость получения в этих деталях самых различных отверстий. Для этого производят операции сверления, зенкования, зенкерования и развертывания отверстий.

Сущность данных операций заключается в том, что процесс резания (снятия слоя материала) осуществляется вращательным и поступательным движениями режущего инструмента (сверла, зенкера и т. д.) относительно своей оси. Эти движения создаются с помощью ручных (коловорот, дрель) или механизированных (электрическая дрель) приспособлений, а также станков (сверлильных, токарных и т. д.).

Как вы уже знаете, *сверление* заключается в получении и обработке отверстий резанием с помощью специального инструмента — сверла. Как и любой другой режущий инструмент, сверло работает по принципу клина. По конструкции и назначению сверла делятся на перовые, спиральные, центровочные и др. В современном производстве применяются преимущественно спиральные сверла и реже специальные виды сверл.

Спиральное сверло (рис. 32) состоит из рабочей части, хвостовика и шейки. Рабочая часть сверла, в свою очередь, состоит из цилиндрической (направляющей) и режущей частей.

На направляющей части расположены две винтовые канавки, по которым отводится стружка в процессе резания. Направление винтовых канавок обычно правое. Левые сверла при-

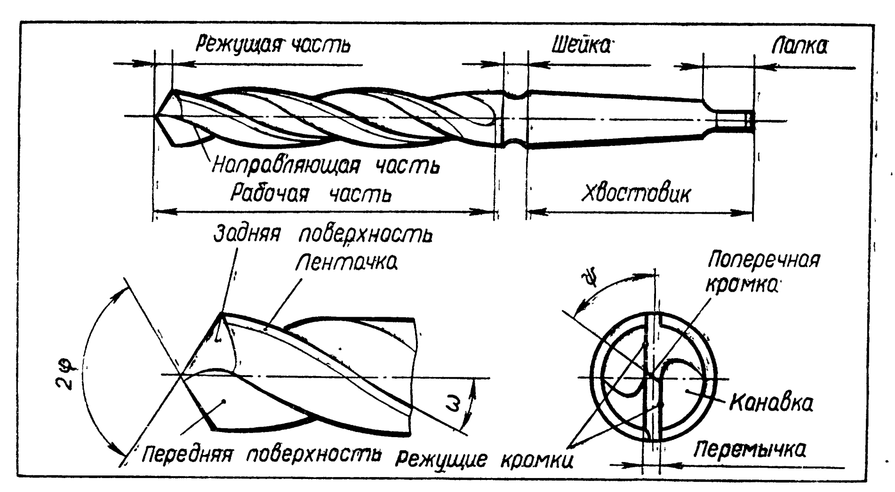


Рис. 32. Элементы спирального сверла:

2φ — угол при вершине; ω — угол наклона винтовой канавки; ψ — угол наклона поперечной кромки.

меняются очень редко. Вдоль канавок на цилиндрической части сверла имеются узкие полосочки, называемые ленточками. Они служат для уменьшения трения сверла о стенки отверстия (сверла диаметром 0,25...0,5 мм выполняются без ленточек).

Режущая часть сверла образуется двумя режущими кромками, расположенными под определенным углом друг к другу. Этот угол называют углом при вершине. Его величина зависит от свойств обрабатываемого материала. Для стали и чугуна средней твердости он составляет 116...118°.

Хвостовик предназначен для закрепления сверла в сверлильном патроне или шпинделе станка и может быть цилиндрической или конической формы. Конический хвостовик имеет на конце лапку, которая служит упором при выталкивании сверла из гнезда.

Шейка сверла, соединяющая рабочую часть с хвостовиком, служит для выхода абразивного круга в процессе шлифования сверла при его изготовлении. На шейке обычно проставляют марку сверла.

Изготовляются сверла преимущественно из быстрорежущей стали. Все шире применяются твердые спеченные сплавы марок ВК6, ВК8 и Т15К6. Пластинками из твердых сплавов обычно оснащают только рабочую (режущую) часть сверла.

В процессе работы режущая кромка сверла притупляется, поэтому сверла периодически затачивают.

Сверлами производят не только сверление глухих (засверливание) и сквозных отверстий, т. е. получение этих отверстий в сплошном материале, но и рассверливание — увеличение размера (диаметра) уже полученных отверстий.

Зенкованием обрабатывают верхние части отверстия в целях

получения фасок или цилиндрических углублений, например под потайную головку винта или заклепки. Выполняется зенкование с помощью зенковок (рис. 33, *а, б*) или сверлом большего диаметра.

Зенкерованием обрабатывают отверстия, полученные литьем, штамповкой или сверлением, для придания им строгой цилиндрической формы, повышения точности и качества поверхности. Зенкерование выполняется специальными инструментами — зенкерами (рис. 33, *в*). Зенкеры могут быть с режущими кромками на цилиндрической или конической поверхности (цилиндрические и конические зенкеры), а также с режущими кромками, расположенными на торце (торцовые зенкеры). Для обеспечения соосности обрабатываемого отверстия и зенкера на торце зенкера иногда делают гладкую цилиндрическую направляющую часть.

Зенкерование может быть процессом окончательной обработки или подготовительным к развертыванию. В последнем случае при зенкеровании оставляют припуск на дальнейшую обработку.

Развертывание — это чистовая обработка отверстий. Она подобна зенкерованию, но обеспечивает более высокую точность и малую шероховатость обрабатываемой поверхности. Выполняется эта операция слесарными (ручными) или станочными (машинными) развертками. Развертка (рис. 33, *г*) состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. Рабочая часть подразделяется на заборную, режущую (коническую) и калибрующую части. Калибрующая часть ближе к шейке имеет обратный конус (0,04...0,6) для уменьшения трения развертки о стенки отверстия. Зубья на рабочей части (винтовые или прямые) могут быть расположены равномерно по окружности или неравномерно. Развертки с неравномерным шагом зубьев используются обычно для обработки отверстий вручную. Они позволяют избежать образования так называемой огранки, т. е. получения отверстий неправильной цилиндрической формы. Хвостовик ручной развертки имеет квадрат для установки воротка. Хвостовик машинных разверток диаметром до 10 мм выполняется цилиндрическим, других разверток — коническим с лапкой, как у сверл.

Для черновой и чистовой обработки отверстия применяют комплект (набор) разверток, состоящий из двух-трех штук. Изготовляют развертки из тех же материалов, что и другие режущие инструменты для обработки отверстий. Рассмотренные операции обработки отверстий выполняются в основном на сверлильных или токарных станках. Однако, в тех случаях, если деталь невозможно установить на станок или отверстия расположены в труднодоступных местах, обработка производится вручную с помощью воротков, ручных дрелей или механизированных (электрических и пневматических) машинок.

Вороток с квадратными отверстиями используют при работе инструментом, имеющим на хвостовике квадрат, например ручной разверткой.

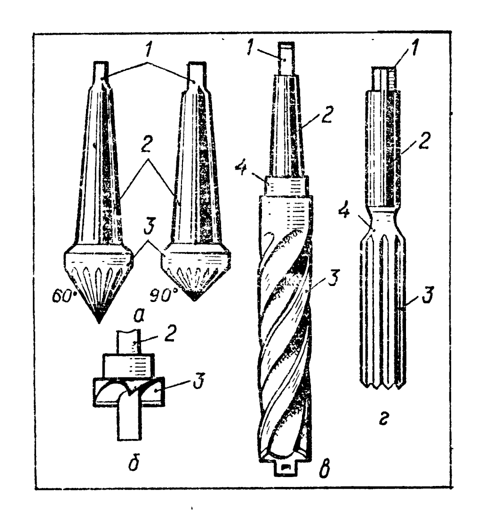


Рис. 33. Инструменты для обработки отверстия:

а — конические (угловые) зенковки; б — торцовая зенковка (цековка); в — цилиндрический зенкер; г — развертка (*1* — лапки; *2* — хвостовики; *3* — рабочие части; *4* — шейки).

Рис. 34. Ручная дрель:

1 — упор; *2* — корпус с зубчатой передачей; *3* — рукоятка привода; *4* — патрон; *5* — сверло; *6* — рукоятка для удерживания дрели.

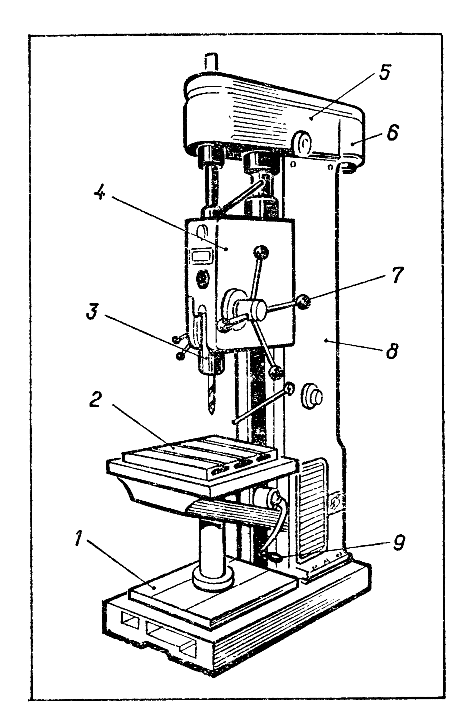


Рис. 35. Вертикально-сверлильный станок 2А135:

1 — плита; *2* — стол; *3* — шпиндель; *4* — коробка подач; *5* — шпиндельная головка; *6* — электродвигатель; *7* — штурвал ручной подачи шпинделя; *8* — станина; *9* — рукоятка вертикального перемещения стола.

Ручная дрель (рис. 34) состоит из остова с упором *1*, на который нажимают, чтобы придать сверлу поступательное движение, корпуса *2* с зубчатой передачей с ручным приводом, рукоятки для держания дрели *6*, шпинделя с установленным на нем патроном *4* для закрепления режущего инструмента.

В целях облегчения труда при обработке отверстий и повышения его производительности используют *механизированные дрели* (ручные сверлильные машинки). Они могут быть электрическими или пневматическими. В практике работы в учебных мастерских более широкое применение имеют электрические дрели, так как пневматические требуют подвода к ним сжатого воздуха.

Электрические сверлильные машинки изготовляются трех типов: легкого, среднего и тяжелого. Машинки легкого типа предназначены для сверления отверстий диаметром до 8—9 мм. Корпус машинок часто имеет форму пистолета.

Машинки среднего типа обычно имеют замкнутую рукоятку на задней части корпуса. Они используются для сверления отверстий диаметром до 15 мм. Машинки тяжелого типа применяют для обработки отверстий диаметром 20—30 мм. Они имеют две рукоятки (или две рукоятки и упор) для удержания машинки и передачи поступательного движения рабочему инструменту.

В цехах индивидуального и мелкосерийного производства наиболее распространены *вертикально-сверлильные станки.*

Рассмотрим устройство вертикально-сверлильных станков на примере станка 2А135 (рис. 35). Этот станок предназначен для сверления и рассверливания глухих и сквозных отверстий диаметром до 35 мм, а также зенкования, зенкерования, развертывания отверстий и нарезания резьбы. Он имеет станину *8*, в верхней части которой установлена шпиндельная головка *5*. Внутри корпуса головки расположена коробка скоростей, передающая вращение от электродвигателя *6* на шпиндель *3*. Осевое перемещение инструмента производится при помощи коробки подач *4*, установленной на станине. Обрабатываемая заготовка закрепляется на столе *2*, который может подниматься и опускаться при помощи рукоятки *9*, что дает возможность обрабатывать заготовки различной высоты. Смонтирован станок на плите *1*.

При работе на сверлильных станках применяют приспособления для закрепления заготовок и режущего инструмента.

Машинные тиски — приспособление для закрепления заготовок разного профиля. Они могут иметь сменные губки для зажима деталей сложной формы.

Призмы служат для закрепления цилиндрических заготовок.

В сверлильных патронах закрепляют режущие инструменты с цилиндрическими хвостовиками.

С помощью переходных втулок устанавливают режущие инструменты, у которых размер конуса хвостовика меньше размера конуса шпинделя станка. Для настройки станка на тот или иной вид обработки отверстий важно правильно установить скорость резания и подачу.

Скоростью резания (м/мин) при сверлении называют величину пути, проходимого в направлении главного движения наиболее отдаленной от оси инструмента точкой режущей кромки в единицу времени. Она зависит от свойств обрабатываемого материала, диаметра, материала и формы заточки режущей части инструмента и других факторов.

Если выбрана скорость резания v и известен диаметр режущего инструмента d, то можно определить частоту вращения инструмента: $n = 1000v/(\pi d)$.

В соответствии с полученной частотой вращения инструмента устанавливается частота вращения шпинделя станка.

Подача — это величина перемещения режущего инструмента относительно заготовки вдоль его оси за один оборот. Она измеряется в миллиметрах за один оборот (мм/об).

Величина подачи также зависит от свойств обрабатываемого материала, материала сверла и других факторов.

При определении скорости резания и подачи учитывается *глубина резания* t — расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями, измеренное перпендикулярно оси заготовки.

При сверлении в сплошном материале

$$t = \frac{D}{2},$$

где D — диаметр обрабатываемого отверстия, мм.

При рассверливании (зенкеровании, развертывании)

$$t = \frac{D_1 - D_0}{2},$$

где D_0 — диаметр отверстия до обработки, мм; D_1 — диаметр отверстия после обработки, мм.

Поскольку глубина резания при обработке отверстий — величина относительно неизменная (заданная чертежом или припуском на обработку), то основное влияние на производительность обработки будут оказывать значения скорости резания и подачи.

С увеличением скорости резания процесс обработки ускоряется. Но при работе со слишком большими скоростями режущие кромки инструмента быстро затупляются, и его приходится часто затачивать. Увеличение подачи тоже повышает производительность обработки, но при этом обычно увеличивается шероховатость поверхности отверстия и затупляется режущая кромка.

Таким образом, повышение производительности обработки зависит прежде всего от стойкости инструмента, т. е. от времени его работы до затупления. Задача состоит в том, чтобы выбрать такие оптимальные значения скорости резания и подачи, чтобы обеспечивалась, с одной стороны, необходимая стойкость ин-

струмента и, с другой стороны, высокая производительность обработки и требуемая шероховатость поверхности отверстия.

?! 1. В чем заключается сущность рассмотренных операций по получению и обработке отверстий резанием? 2. Какова конструкция спиральных сверл и из какого материала они изготовляются? 3. Что такое зенкование (зенкерование, развертывание) отверстий и каким инструментом оно выполняется? 4. Какие ручные и механизированные приспособления применяются при получении и обработке отверстий? 5. Как устроен сверлильный станок?

23. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Приемы нарезания резьбы и применяемый при этом режущий инструмент во многом зависят от вида и профиля резьбы.

Резьбы бывают однозаходные, образованные одной винтовой линией (ниткой), или многозаходные, образованные двумя и более нитками. По направлению винтовой линии резьбы подразделяют на правые и левые.

Профилем резьбы называется сечение ее витка плоскостью, проходящей через ось цилиндра или конуса, на котором выполнена резьба.

Для нарезания резьбы важно знать ее шаг, наружный, средний и внутренний диаметры и форму профиля резьбы (рис. 36).

Шагом резьбы S называют расстояние между двумя одноименными точками соседних профилей резьбы, измеренное параллельно оси резьбы.

Наружный диаметр d — наибольшее расстояние между крайними наружными точками, измеренное в направлении, перпендикулярном оси резьбы.

Внутренний диаметр d_1 — наименьшее расстояние

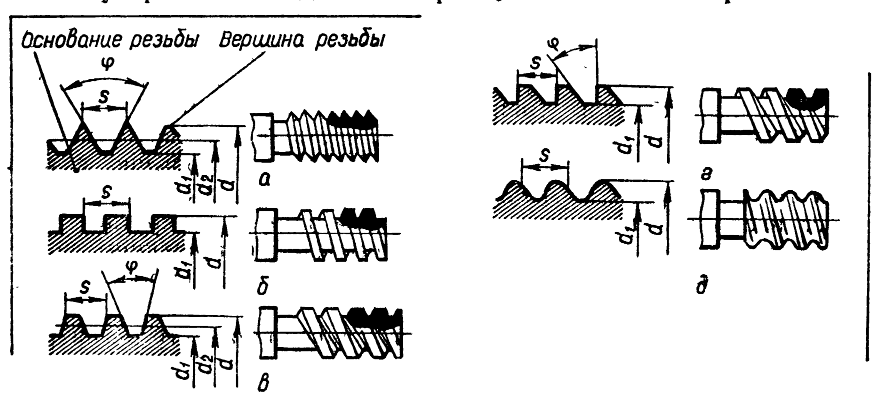


Рис. 36. Элементы и виды резьбы по профилю:

а — треугольная; б — прямоугольная; в — трапецеидальная; г — упорная; д — круглая.

между крайними внутренними точками резьбы, измеренное в направлении, перпендикулярном оси.

Средний диаметр d_2 — расстояние между двумя противоположными параллельными боковыми сторонами профиля резьбы, измеренное в направлении, перпендикулярном оси.

По форме профиля резьбы подразделяют на треугольные, прямоугольные, трапецеидальные, упорные (профиль в виде неравнобокой трапеции) и круглые.

В зависимости от системы размеров резьбы делятся на метрические, дюймовые, трубные и др.

В метрической резьбе угол треугольного профиля φ равен 60°, наружный, средний и внутренний диаметры и шаг резьбы выражаются в миллиметрах. Пример обозначения: М20 $\times$ 1,5 (первое число — наружный диаметр, второе — шаг).

В дюймовой резьбе угол треугольного профиля равен 55°, диаметр резьбы выражают в дюймах, а шаг — числом ниток на один дюйм (1 дюйм = 25,4 мм). Пример обозначения: $1^1/_4''$ (наружный диаметр резьбы в дюймах).

Трубная резьба отличается от дюймовой тем, что ее исходным размером является не наружный диаметр резьбы, а диаметр отверстия трубы, на наружной поверхности которой нарезана резьба. Пример обозначения: труб. $^3/_4''$ (цифры — внутренний диаметр трубы в дюймах).

Нарезание резьбы производится на сверлильных и специальных резьбонарезных станках, а также вручную.

При ручной обработке металлов внутреннюю резьбу нарезают метчиками, а наружную — плашками.

Метчики по назначению делятся на ручные, машинно-ручные и машинные, а в зависимости от профиля нарезаемой резьбы — на три типа: для метрической, дюймовой и трубной резьб.

Метчик (рис. 37) состоит из двух основных частей: рабочей части и хвостовика. Рабочая часть представляет собой винт с несколькими продольными канавками и служит для непосредственного нарезания резьбы. Рабочая часть, в свою очередь, состоит из заборной (режущей) и направляющей (калибрующей) частей. Заборная (режущая) часть производит основную работу при нарезании резьбы и изготовляется обычно в виде конуса. Калибрующая (направляющая) часть, как видно из самого названия, направляет метчик и калибрует отверстие.

Продольные канавки служат для образования режущих перьев с режущими кромками и размещения стружки в процессе нарезания резьбы.

Хвостовик метчика служит для закрепления его в патроне или в воротке во время работы.

Для нарезания резьбы определенного размера ручные (слесарные) метчики выполняют обычно в комплекте из трех штук. Первым и вторым метчиками нарезают резьбу предварительно, а третьим придают ей окончательный размер и форму. Номер каждо-

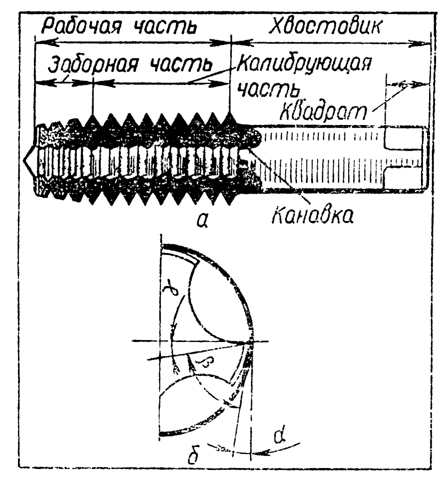


Рис. 37. Метчик:

а — основные части; б — режущее перо (α — задний угол; β — угол заострения; γ — передний угол).

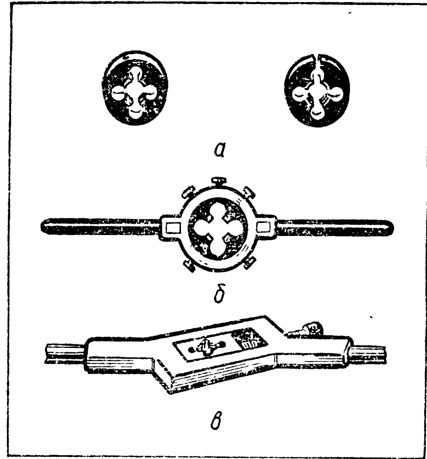


Рис. 38. Инструмент для нарезания наружной резьбы:

а — круглые плашки; б — плашкодержатель (вороток); в — призматическая (раздвижная) плашка, установленная в клуппе.

го метчика комплекта отмечен числом рисок на хвостовой части. Существуют комплекты из двух метчиков: предварительного (чернового) и чистового.

Изготовляют метчики из углеродистой, легированной или быстрорежущей стали.

При нарезании резьбы метчиком важно правильно выбрать диаметр сверла для получения отверстия под резьбу. Диаметр отверстия должен быть несколько больше внутреннего диаметра резьбы, так как материал при нарезании будет частично выдавливаться по направлению к оси отверстия. Размеры отверстия под резьбу выбирают по таблицам.

Плашки, служащие для нарезания наружной резьбы, в зависимости от конструкции подразделяются на круглые и призматические (раздвижные).

Круглая плашка (рис. 38, *а*) представляет собой цельное или разрезанное кольцо с резьбой на внутренней поверхности и канавками, служащими для образования режущих кромок и выхода стружки. Диаметр разрезных плашек можно регулировать в небольших пределах. Это позволяет восстанавливать их размер после изнашивания и удлинять срок службы.

Круглые плашки при нарезании резьбы закрепляют в специальном воротке-плашкодержателе (рис. 38, *б*).

Призматические (раздвижные) плашки (рис. 38, *в*), в отличие от круглых, состоят из двух половинок, называемых полуплашками. На каждой из них указаны размеры резьбы и цифра 1 или 2 для правильного закрепления в специаль-

ном приспособлении (клуппе). Угловые канавки (пазы) на наружных сторонах полупашек служат для установки их в соответствующие выступы клуппа. Изготавливают плашки из тех же материалов, что и метчики.

При нарезании наружной резьбы также важно определить диаметр стержня под резьбу, так как и в этом случае происходит некоторое выдавливание металла и увеличение наружного диаметра образовавшейся резьбы по сравнению с диаметром стержня. Диаметр под резьбу выбирают по специальным таблицам.

?! 1. Что представляет собой резьба и где она применяется? 2. Как подразделяются резьбы в зависимости от направления винтовых линий, числа заходов, формы профиля и систем размеров? 3. Какие бывают виды метчиков? 4. Как устроены метчики? 5. Какие бывают виды плашек? 6. Как устроены плашки?

24. ШАБРЕНИЕ

Шабрение представляет собой метод окончательной слесарной размерной обработки незакаленных поверхностей заготовок специальным режущим инструментом-шабером.

Шабрят плоские и цилиндрические поверхности деталей подвижных и неподвижных соединений, когда необходимо обеспечить точное сопряжение, точное относительное положение деталей и создать герметичное соединение.

Шабрят направляющие металлорежущих станков, рабочие поверхности поверочных плит и контрольно-измерительных инструментов и т. д.

Различают два вида шабрения: размерное и декоративное. Декоративное шабрение осуществляют для улучшения внешнего вида изделия (наведение «мороза»).

Шаберы (рис. 39) имеют режущую часть различной формы, зависящую от формы поверхностей обрабатываемых деталей.

Для шабрения плоских поверхностей применяют плоские шаберы. Они бывают цельные односторонние (рис. 39, *а*) и двусторонние (рис. 39, *б*), а также со вставными пластинками (рис. 39, *в*).

Плоские цельные шаберы часто выполняют из старых плоских напильников, удалив с них насечку.

Для обработки плоскостей иногда используют дисковые шаберы (рис. 39, *ж*), режущая часть которых представляет собой диск диаметром 50...60 мм и толщиной 3...4 мм. По мере затупления одной стороны режущей части диска шабер поворачивается, и обработка ведется другой стороной диска, что позволяет сократить время на заточку инструмента. Вместо круглых дисков могут использоваться также трех- или многогранные пластины.

Для обработки плоскостей, образующих острый угол, применяют полукруглые шаберы (рис. 39, *г*). Криволинейные поверх-

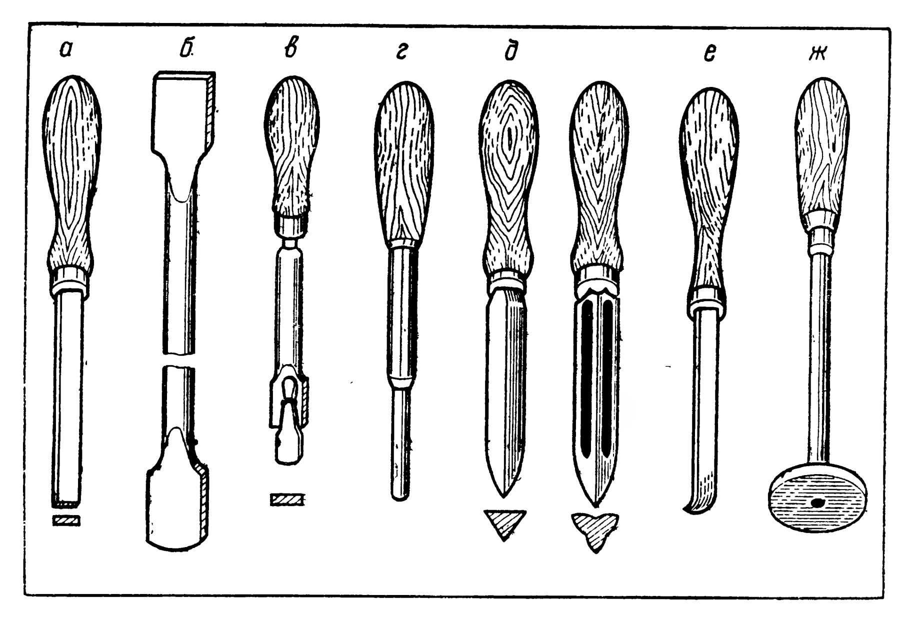


Рис. 39. Шаберы.

ности обрабатывают трехгранными шаберами (рис. 39, *д*), режущие кромки которых образованы боковыми гранями. Для облегчения заточки режущих кромок вдоль граней делают канавки. Трехгранные шаберы могут изготовляться из старых трехгранных напильников. При шабрении в труднодоступных местах применяют изогнутые шаберы (рис. 39, *е*).

Цельные шаберы обычно изготовляют из инструментальной углеродистой стали У10А и У12А. Рабочую часть шабера закаливают.

Вставные пластинки шаберов изготовляют из быстрорежущей стали или твердых спеченных сплавов. При затуплении пластинки можно заменять.

Передний и задний углы и угол резания шабера зависят от углов заострения, полученных при его заточке, и от его положения относительно обрабатываемой поверхности. Рекомендации по выбору величин этих углов в зависимости от типа шабера и материала заготовок приведены в таблице 16 приложения 2.

Особенность процесса шабрения заключается в том, что мельчайшая стружка срезается только с выступающих участков над поверхностью заготовки.

Шабрение осуществляется как вручную, так и с помощью пневматических или электрических шаберов.

Шабрят по двум схемам: «от себя» и «на себя». При шабрении «от себя» (рис. 40, *а*) режущая кромка шабера в начальный момент воздействует на основание микровыступа на поверхности заготовки. К шаберу прикладывают силу и сообщают ему движение

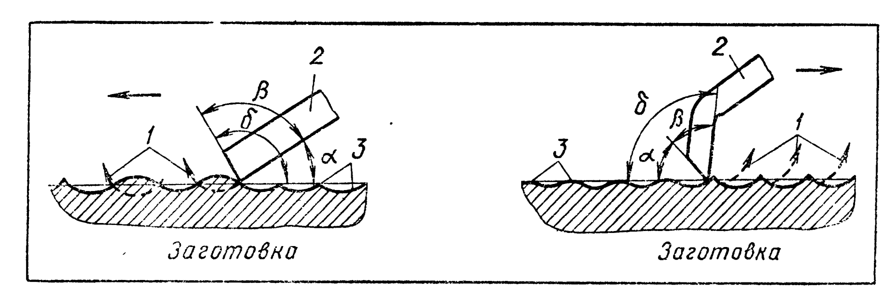


Рис. 40. Схема шабрения «от себя» (*а*) и «на себя» (*б*):
1 — траектория режущей кромки; 2 — шабер; 3 — обработанная поверхность.

по дуге. Он срезает микровыступ, на месте которого образуется микровпадина. Таким образом на обрабатываемой поверхности вместо одного микровыступа образуются два новых, но они меньше и их вершины лежат ниже вершины срезанного выступа.

При шабрении «на себя» (рис. 40, *б*) легкими нажимами на шабер ему сообщают движение также по дуге, но в противоположном направлении. При этом снимается стружка с микровыступов профиля обрабатываемой поверхности.

Контроль качества при шабрении плоских поверхностей выполняется с помощью поверочных плит и линеек «на краску» по числу пятен на единицу поверхности.

Качество поверхности, обработанной шабрением, оценивается по числу пятен в квадрате 25×25 мм. Для более удобного подсчета количества пятен в контрольном квадрате применяют специальные рамки с окном 25×25 мм.

Контроль производят в нескольких местах проверяемой поверхности. Результат считается по среднему значению. Для неответственных или больших по площади поверхностей число пятен $K \geqslant 10$; для более точных поверхностей (например, для направляющих ответственных механизмов) $K \geqslant 10 \div 18$; для поверхностей поверочных плит и линеек $K \geqslant 18 \div 25$; для особо ответственных поверхностей (например, контрольных линеек большой точности) $K \geqslant 30$.

25. ПРИТИРКА

Притирка представляет собой чистовую обработку отшлифованных деталей, работающих в паре, для получения точных размеров, малой шероховатости и обеспечения наилучшего контакта между рабочими поверхностями. Она основана на физико-химических явлениях взаимодействия абразивных зерен и химических реагентов смазки с обрабатываемой поверхностью заготовки (рис. 41). Сущность притирки заключается в том, что под действием химических реагентов на поверхности заготовки обра-

зуется окисная пленка, которая затем снимается абразивными зернами. При этом происходит упрочнение и выравнивание поверхности заготовки в результате упругого и пластического деформирования ее незакрепленными, свободно перекатывающимися абразивными зернами.

Притирку подразделяют на три вида: с закрепленными абразивными зернами (рис. 41, *а*), с полузакрепленными (рис. 41, *б*) и незакрепленными зернами (рис. 41, *в*).

Притиркой обрабатываются плоские, цилиндрические, конические и фасонные поверхности заготовок из закаленных сталей, чугунов и цветных металлов и сплавов.

Обычно притирку применяют для получения плотных герметичных соединений в клапанах, кранах, плунжерах и т. п. Притирку

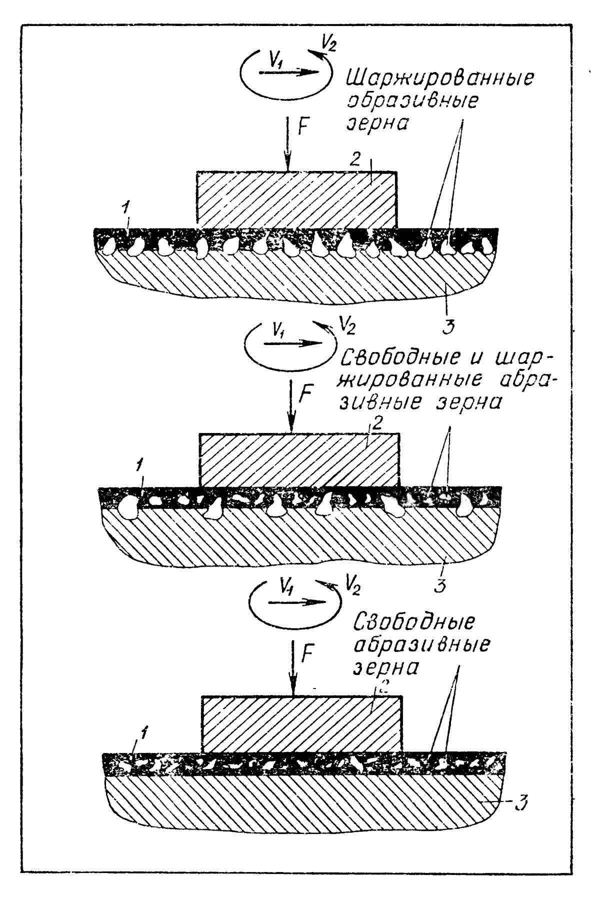


Рис. 41. Схемы притирки закрепленными (*а*), полузакрепленными (*б*) и незакрепленными (*в*) абразивными зернами:

1 — технологическая смазка; 2 — заготовка; 3 — притир.

применяют также при обработке ответственных поверхностей заготовок — измерительных поверхностей плоскопараллельных плиток, угольников, штангенциркулей и других контрольно-измерительных инструментов и приборов.

Притирка — один из самых точных методов обработки. С ее помощью достигается точность обработки 0,05...0,3 мкм.

Рабочий инструмент для ручной притирки состоит из притира и абразивного материала. Форма притира зависит от формы обрабатываемой поверхности. Для притирки открытых поверхностей применяют притирочные плиты и бруски. Обработку внутренних и наружных поверхностей вращения ведут притирами с цилиндрической или конической рабочей поверхностью.

Плоские притиры изготовляют в виде плит, стержней, брусков. На плитах (рис. 42, *а*) притирают плоскости. Для притирки узких внутренних граней применяют бруски (рис. 42, *б*). Притиры-стержни (рис. 42, *в*) по форме похожи на напильники. Ими притирают не только плоскости, но и цилиндрические и конические наружные поверхности, придавая обрабатываемым деталям вращательное движение.

Плоские притиры для предварительной (черновой) притирки имеют канавки шириной и глубиной 1...2 мм. Расстояние между канавками составляет 12...15 мм. На плитах-притирах канавки располагают так, что они образуют квадраты, повернутые под углом к кромкам притира. Притиры для окончательной притирки выполняются гладкими.

Цилиндрические притиры (рис. 42, *г*), служащие для притирки цилиндрических наружных поверхностей, представляют собой

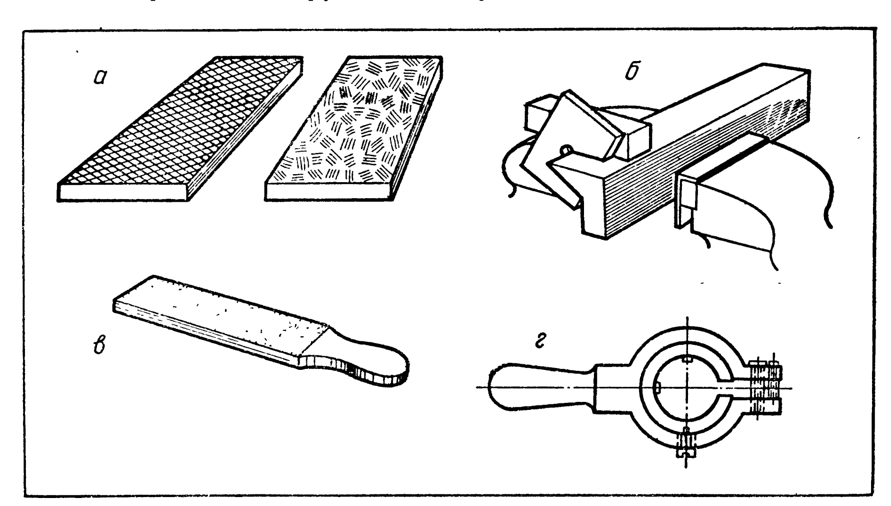


Рис. 42. Притиры:

а — плиты; б — бруски; в — стержни; г — втулки.

разрезную втулку, закрепляемую в специальных приспособлениях — жимках. Размер отверстия во втулке регулируют с помощью зажимного винта.

Притиры для обработки внутренних цилиндрических поверхностей представляют собой валик, форма и размеры которого соответствуют форме и размерам обрабатываемой поверхности. При притирке сопрягаемых поверхностей во многих случаях притиром служит одна из сопрягаемых деталей.

Притиры изготовляют из чугуна, бронзы, меди, свинца, стекла и твердых пород древесины. Для предварительной притирки материал берут мягче, чем для окончательной обработки. В более мягкий материал притира вдавливаются крупные зерна абразива, которые при притирке снимают крупную стружку, т. е. большой слой металла. В твердом материале притира абразивные зерна не удерживаются, поэтому резание осуществляется при перекатывании зерен абразива по обрабатываемой поверхности и снятии мелкой стружки острыми краями зерен.

Абразивными материалами, используемыми при притирке, являются шлифпорошки (зернистостью 12—3) и микропорошки (М40—М3), смешанные со смазочными веществами, или абразивные пасты и суспензии. Пасты и суспензии состоят из абразива и неабразивной части. Неабразивными составляющими служат парафин, стеарин, керосин, дизельное и вазелиновое масла и др.

Абразивные материалы обычно подразделяют на твердые и мягкие. К твердым относят электрокорунды (белый, хромистый, титанистый монокорунд), карбид кремния зеленый, карбид бора и эльбора, синтетические и природные алмазы. К мягким — оксиды алюминия, хрома, железа, олова и др.

Твердыми абразивными материалами притирают поверхности изделий из стали и твердых спеченных сплавов, мягкими — из отожженных сталей, чугуна, медных и алюминиевых сплавов.

Широкое применение как притирочный материал получила паста ГОИ (Государственного оптического института). Различные ее сорта применяют для грубой и окончательной притирки.

Смазочные материалы, применяемые для притирки, удерживают абразивные зерна на обрабатываемой поверхности, т. е. ускоряют процесс снятия слоя металла и охлаждают деталь.

Для притирки изделий из стали и чугуна чаще всего применяется керосин.

Механическая притирка осуществляется на доводочных станках.

Глава 5. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ В СЛЕСАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

26. ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ВЕЛИЧИН

Технический прогресс невозможен без развития метрологии и совершенствования техники измерения. *Метрология* — это наука об измерениях физических величин, методах и средствах обеспечения их единства. Измерение состоит в нахождении значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

При измерении физическую величину сравнивают с одноименной величиной, принимаемой за единицу (длину с длиной, площадь с площадью и т. д.). Единицы физических величин регламентируются Государственными общесоюзными стандартами (ГОСТ). Во всех областях науки, техники и производства рекомендуется применять международную систему единиц СИ (система интернациональная).

Для контроля изготовления деталей, сборки и ремонта механизмов и машин используют различные измерительные средства — инструменты и приборы. К измерительным средствам относятся штангенинструменты, микрометры, калибры, лекальные линейки, поверочные плиты и др.

Основными характеристиками измерительных средств являются: деление и цена деления шкалы, начальное и конечное значения шкалы, диапазон показаний шкалы, пределы измерения.

Как вы уже знаете, деление шкалы — расстояние между двумя соседними ее штрихами. Цена деления шкалы — значение измеряемой величины, соответствующее двум соседним отметкам шкалы. Начальное и конечное значения шкалы — наименьшее и наибольшее значения измеряемых величин, указанных на шкале прибора или инструмента. Диапазон показаний шкалы — область значений шкалы, ограниченная ее начальным и конечным значениями. Пределы измерения — наибольшая и наименьшая величины, которые можно измерить данным инструментом или прибором.

Для измерения физических величин используют различные методы. Под *методом измерения* понимают совокупность правил и приемов использования измерительных инструментов или приборов.

Различают прямые и косвенные методы измерения. При *прямых методах* измерения, например, линейных величин размер получают непосредственно, пользуясь линейкой, штангенциркулем, микрометром и т. д. При *косвенных методах* искомый размер получают вычислением по результатам прямых измерений. Например, длину окружности вычисляют по измеренному диаметру этой окружности.

Ни одно измерение не может быть произведено абсолютно

точно. Даже при работе самыми точными измерительными инструментами неизбежна ошибка. Между измеренным значением величины и ее действительным значением всегда существует некоторая разница, называемая погрешностью измерения.

Точность измерения характеризует качество измерений, отражает близость к нулю погрешности их результатов. Повышения точности измерения можно добиться путем повторного измерения с последующим определением среднего арифметического значения, полученного в результате нескольких измерений.

Линейные размеры в металлообработке принято указывать в миллиметрах без записи наименования. Если размер указан в других производных единицах, то его записывают с наименованием, например: 1 см, 1 м и т. д.

К наиболее распространенным инструментам для измерения линейных величин при обработке металлов относятся измерительные металлические линейки, штангенинструменты, микрометрические инструменты.

Измерительные металлические линейки применяются для грубых измерений. Они изготовляются с верхними пределами измерения до 150; 300; 500; 1000 мм. Цена деления может составлять 0,5 или 1 мм. Погрешность измерения 0,5 мм.

Штангенинструменты применяются для более точных измерений. К ним относятся штангенциркули, служащие для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин деталей и т. п. (рис. 43); штангенглубиномеры, предназначенные для измерения глубин глухих отверстий, измерения канавок, пазов, выступов (рис. 44); штангенрейсмусы, служащие для выполнения точной разметки и измерения высот от плоских поверхностей (рис. 45).

Во всех указанных штангенинструментах применены нониусы, по которым отсчитываются дробные доли делений основных шкал.

Среди штангенинструментов наиболее широкое применение имеют штангенциркули. Они бывают трех типов: ШЦ-I (пределы измерений 0...125 мм и величина отсчета 0,1 мм); ШЦ-II (пределы измерений 0...200 и 0...320 мм, величина отсчета 0,05...0,1 мм); ШЦ-III (пределы измерений 0...500; 250...710; 320...1000; 500...1400; 800...2000 мм, величина отсчета 0,1 мм).

С устройством штангенциркуля ШЦ-I вы уже знакомы. Рассмотрим устройство штангенциркуля ШЦ-II, позволяющего производить измерения с точностью до 0,05 мм.

Штангенциркуль ШЦ-II с двусторонним расположением губок предназначен для наружных и внутренних измерений и для разметочных работ (см. рис. 43). Он состоит из штанги *7* с неподвижными измерительными губками *1* и рамки *3* с подвижными измерительными губками *2* и винтом *4*. На штанге нанесена основная шкала штангенциркуля с делениями через 1 мм, а на рамке, которая может перемещаться вдоль штанги, закреплен нониус *10*. Наружные размеры деталей измеряют с помощью обеих пар губок.

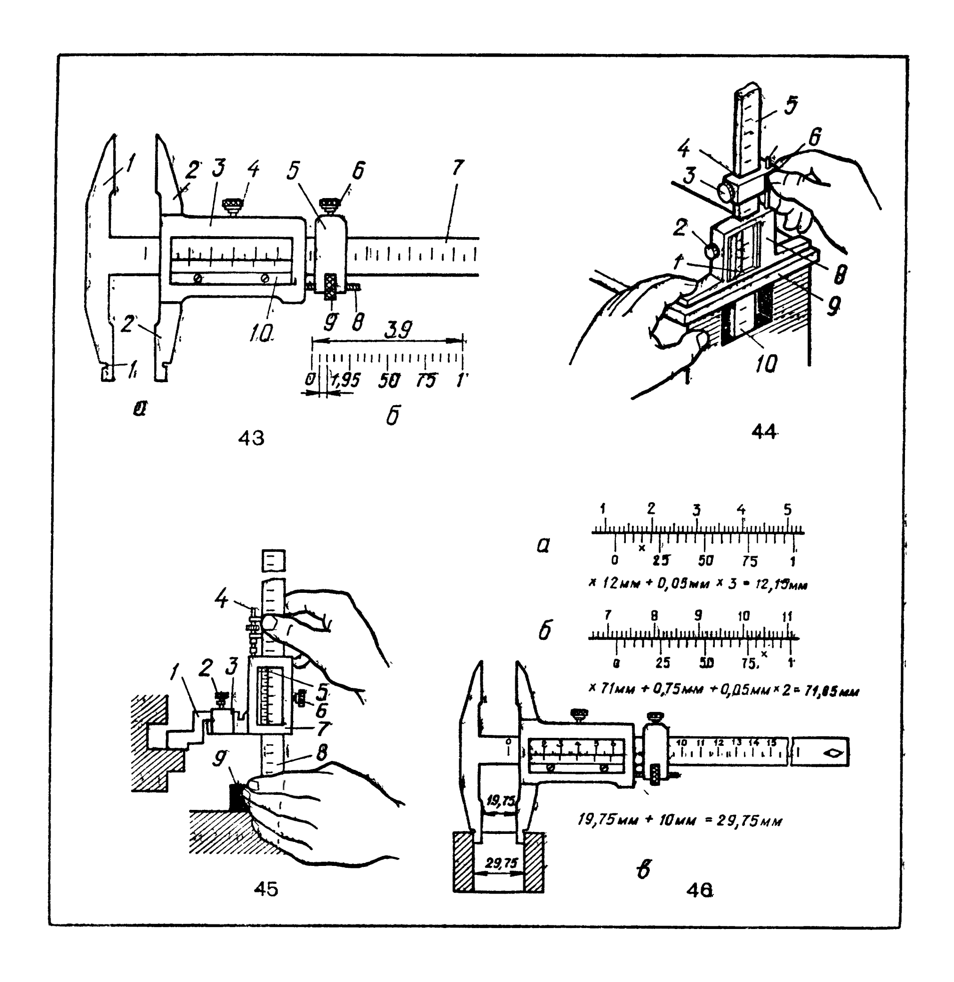


Рис. 43. Штангенциркуль ШЦ-II:

1 — неподвижная измерительная губка; *2* — подвижная измерительная губка; *3* — подвижная рамка; *4* — зажим рамки; *5* — рамка микрометрической подачи; *6* — зажим рамки микроподачи; *7* — штанга с миллиметровыми делениями; *8* — винт микроподачи; *9* — гайка подачи рамки; *10* — нонинус.

Рис. 44. Штангенглубиномер:

1 — нониус; *2, 3* — зажимы; *4* — движок; *5* — штанга; *6* — микроподача; *7* — гайка микроподачи; *8* — рамка; *9* — основание; *10* — торец штанги.

Рис. 45. Штангенрейсмус:

1 — сменная ножка для измерения; *2, 6* — стопорные винты; *3* — державка; *4* — микроподача; *5* — нониус; *7* — рамка; *8* — штанга; *9* — основание.

Рис. 46. Примеры отсчета при измерениях:

а, б — наружных поверхностей; в — внутренних.

Верхние губки заострены и могут быть использованы для разметочных работ.

Для измерения внутренних размеров на концах нижних губок штангенциркуля имеются уступы с цилиндрическими измерительными поверхностями. Губки имеют суммарную толщину 9 или 10 мм (размер маркируется на губках). Измеряемый размер равен величине отсчета штангенциркуля плюс толщина губок.

Штангенциркуль имеет микрометрическое устройство, позволяющее с большой точностью регулировать перемещение рамки с подвижной губкой и быстро устанавливать заданный размер. Оно состоит из рамки *5*, винта микроподачи *8*, одним концом скрепленного с рамкой *3*, зажима рамки микроподачи *6* и гайки *9* подачи рамки *5*. При зажиме рамки микроподачи и вращении гайки *9* рамка *3* плавно перемещается вдоль штанги.

Шкала нониуса *10* закреплена на подвижной рамке *3* штангенциркуля. Шкала нониуса имеет длину 39 мм и разделена на 20 равных частей. Следовательно, каждое деление нониуса, составляющее 39:20=1,95 мм, короче каждых двух делений, нанесенных на шкале штанги, на 2,0—1,95=0,05 мм (см. рис. 43). Для удобства отсчета результатов измерения нониуса через каждые пять делений последовательно нанесены числа 25; 50; 75; 1. Первое от нуля деление нониуса, совпавшее с каким-либо делением шкалы на штанге, показывает 0,05 мм, второе — 0,10 мм, третье — 0,15 мм, четвертое — 0,20 мм и т. д.

Примеры отсчета показаний при измерениях даны на рис. 46.

Правила обращения со штангенинструментами:

при измерении деталей не допускать сильного зажима, так как может возникнуть перекос движка и показания будут неверными;

не допускать ослабления посадки и качки движка на штанге: это приводит к перекосу ножек и к ошибкам измерения;

категорически запрещается применять штангенинструменты для измерения обрабатываемых заготовок на работающем станке;

регулярно проверять точность штангенинструмента;

по окончании работы штангенинструменты необходимо тщательно протереть, смазать и уложить в футляры;

во время хранения штангенинструментов их измерительные поверхности должны быть разъединены, а зажимы ослаблены.

Микрометрические инструменты позволяют производить измерения с погрешностью до 0,01 мм. К ним относятся микрометры для измерения наружных размеров (рис. 47, *а*), микрометры резьбовые со вставками для измерений среднего диаметра резьбы (рис. 47, *б*), микрометрические глубиномеры для измерения глубины пазов, отверстий и высоты уступов (рис. 47, *в*), микрометрические нутромеры для измерения внутренних размеров (рис. 47, *г*).

Принципиальное устройство всех указанных микрометрических инструментов основано на использовании одинакового из-

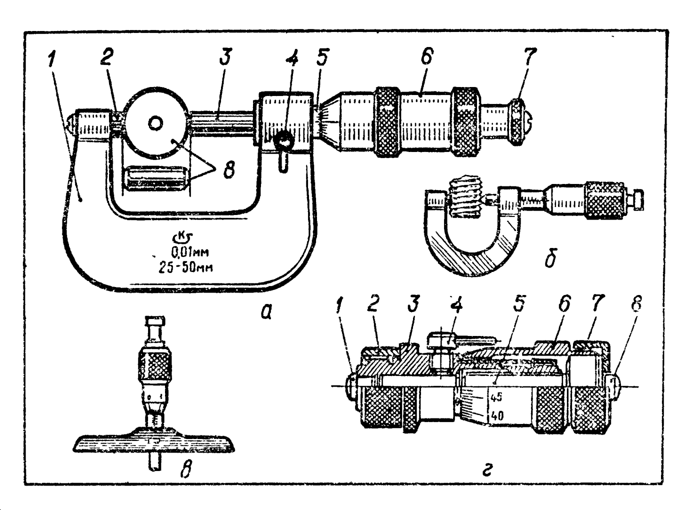


Рис. 47. Микрометрические инструменты:

а — микрометр (*1* — скоба; *2* — пятка; *3* — винт; *4* — стопор; *5* — стебель; *6* — барабан; *7* — трещотка; *8* — установочные меры); б — резьбовой микрометр со вставками; в — микрометрический глубиномер; г — микрометрический нутромер (*1*, *8* — измерительные наконечники; *2* — гайка; *3* — стебель; *4* — стопор; *5* — микрометрический винт; *6* — барабан; *7* — установочная гайка).

мерительного механизма — микрометрического винта.

Рассмотрим устройство наиболее распространенного микрометрического инструмента — микрометра для измерения наружных размеров с погрешностью до 0,01 мм (рис. 47, *а*). Он состоит из скобы *1* с пяткой *2* и втулки (стебля) *5*, внутрь которой ввернут микрометрический винт *3*; торцы пятки и микрометрического винта являются измерительными поверхностями. Винт жестко скреплен с барабаном *6*. На стебле нанесена шкала с полумиллиметровыми (верхняя часть шкалы) и миллиметровыми (нижняя часть) делениями. На конической поверхности барабана также нанесена шкала, делящая окружность на 50 равных частей. Точный микрометрический винт *3* имеет шаг резьбы 0,5 мм. За один полный оборот он перемещается вдоль оси на 0,5 мм, за пол-оборота — на $0{,}5 \times {}^1/_2 = 0{,}25$ мм, а за одну пятидесятую часть оборота — на $0{,}5 \times {}^1/_{50} = 0{,}01$ мм. Если коническая поверхность барабана микрометра разделена на 50 равных частей, то при повороте барабана на одно деление винт переместится в продольном направлении на 0,01 мм, при повороте на два деления — на 0,02 мм и т. д.

Так как излишний нажим винта на измеряемую деталь может привести к неточности измерения, для регулировки нажима микрометр имеет трещотку *7*. Трещотка соединена с винтом так, что при увеличении измерительного усилия свыше 9 Н она не вращает винт, а проворачивается с характерными щелчками. Для фиксирования полученного размера служит стопор *4*.

Техника измерений микрометром заключается в следующем. Перед измерением проверяют нулевое положение микрометра. Вращением микрометрического винта за трещотку сводят измерительные поверхности до соприкосновения между собой или с установочной мерой (при пределах измерения не от нуля). Вращение прекращают после появления щелчков трещотки. Проверяют показания микрометра. Если нулевые штрихи на шкалах стебля и барабана не совпадают, то производят установку микрометра на нуль: при сведенных измерительных плоскостях стопорят микрометрический винт; отворачивают колпачок (гайку), прикрепляющий барабан к микрометрическому винту; освобождают барабан от сцепления с винтом; поворачивают его до совпадения нулевого штриха с продольным штрихом стебля и снова закрепляют барабан.

При измерении микрометр берут левой рукой за скобу, а большим и указательным пальцами правой руки вращают головку барабана до тех пор, пока измерительные поверхности микрометра не будут охватывать измеряемую часть детали. Затем вращением винта с трещоткой сводят измерительные поверхности до плотного соприкосновения их с измеряемой деталью и появления щелчков трещотки. После этого читают показания микрометра. Целые миллиметры и полумиллиметры отсчитывают по шкале стебля, а десятые и сотые доли миллиметра — по шкале скоса барабана (рис. 48).

Правила обращения с микрометрическими инструментами:

в процессе измерения барабан трещотки вращают плавно и не слишком быстро, так как резкая подача винта и сильный зажим измеряемой детали ведут к неправильным показаниям измерения и преждевременному изнашиванию винта;

при пользовании микрометрические инструменты кладут на сухую, чистую поверхность;

нельзя измерять микрометрическими инструментами нагретые детали, так как показания при этом будут неточными;

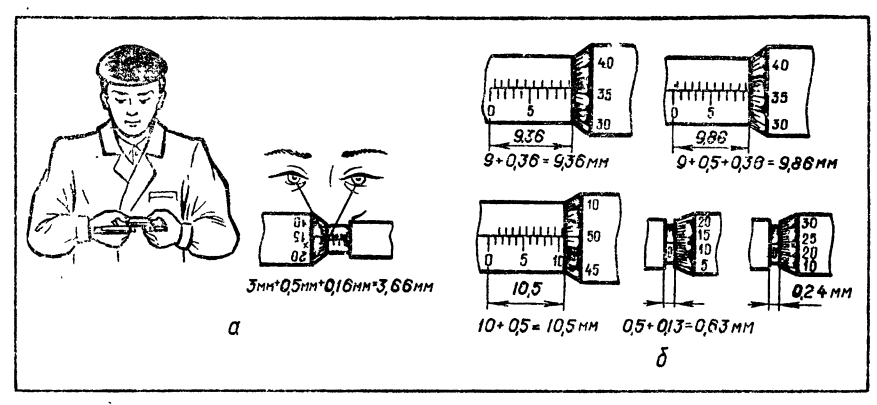


Рис. 48. Чтение показаний микрометра (а) и примеры отсчета (б).

не разрешается измерять микрометрами грубо обработанные и грязные поверхности деталей;

по окончании работы инструменты тщательно протирают, смазывают, стопоры ослабляют и несколько разводят измерительные поверхности;

хранят микрометрические инструменты в специальных футлярах, в сухих помещениях, при определенной температуре.

?! 1. Что называется измерением? 2. Что характеризует точность измерения? 3. Какие инструменты используются для измерения линейных величин? 4. Где применяются штангенинструменты? 5. Объясните устройство нониуса штангенциркуля. 6. Как производится измерение штангенциркулем наружных и внутренних размеров деталей, а также глубин глухих отверстий и размеров уступов? 7. Какие правила надо соблюдать при обращении со штангенинструментами? 8. Где применяются микрометрические инструменты? На каком принципе основано их устройство? 9. Объясните устройство микрометра с погрешностью измерений 0,01 мм. 10. Как производится установка микрометра на нуль? 11. Как измеряют детали с помощью микрометра? 12. Какие правила надо соблюдать при обращении с микрометрическими инструментами?

27. ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВЫХ ВЕЛИЧИН

Для измерения угловых величин применяются *угломеры* следующих типов: УМ — для измерения наружных углов, УН — для измерения наружных и внутренних углов.

Угломер типа УМ (рис. 49, *а*) с величиной отсчета по нониусу 2′ (2 мин) применяется для измерения наружных углов от 0 до 180°. Он имеет полукруглое основание (полудиск) *5* со шкалой, соединенное со съемной линейкой *4* и подвижной линейкой *10*, вращающейся на оси *2* вместе с сектором *3*. Для точной установки подвижной линейки *10* вращают гайку *7* с помощью микрометрической подачи *6* и фиксируют положение стопором *9*. На секторе закреплен нониус *8*. Угол между крайними штрихами шкалы нониуса, равный 29°, разделен на 30 равных частей. Угол между соседними штрихами нониуса равен $60 \times 29:30 = 58'$, что на 2′ меньше 1°. Поэтому шкала нониуса имеет цену деления 2′.

Перед измерением проверяют нулевое положение нониуса угломера соединением измерительных поверхностей без просвета. Нулевые штрихи основания и нониуса должны при этом совпадать.

При измерении угломер накладывают на поверхности детали так, чтобы линейки *4* и *10* были совмещены со сторонами измеряемого угла. Правой рукой слегка прижимая деталь к измерительной поверхности линейки основания, постепенно перемещают деталь до полного соприкосновения измерительных поверхностей угломера и поверхностей детали без просвета между ними. Затем

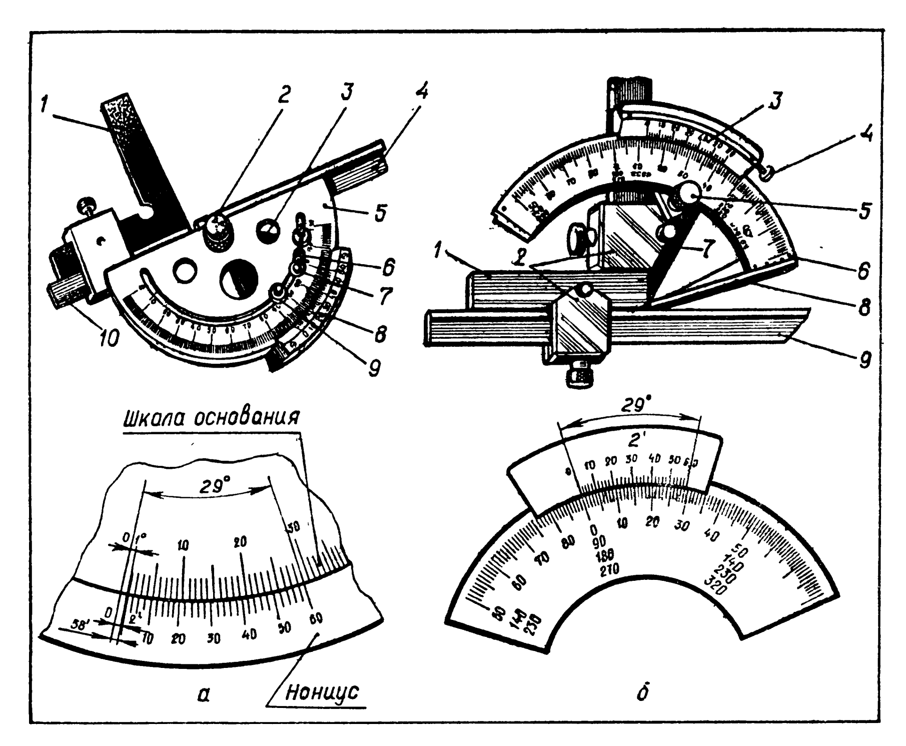


Рис. 49. Угломеры:

а — типа УМ (*1* — угольник; *2* — ось; *3* — сектор; *4* — съемная линейка; *5* — основание (полудиск) с градуированной шкалой; *6* — микрометрическая подача; *7* — гайка; *8* — нониус; *9* — стопор; *10* — подвижная линейка); *б* — типа УН (*1* — угольник; *2* — державки; *3* — нониус; *4* — винт нониуса; *5* — стопор; *6* — основание; *7* — сектор; *8* — линейка основания; *9* — съемная линейка).

фиксируют это положение угломера стопором и считывают показание. Так как нониус угломера построен по такому же принципу, что и нониус штангенциркуля, то сохраняется и способ отсчета показаний. Целое число градусов отсчитывается по шкале основания слева направо до нулевого штриха нониуса, а доли градуса в минутах — по первому совпадающему штриху шкалы нониуса с соответствующим штрихом шкалы основания. Например, если нулевой штрих нониуса установился в промежутке между штрихами шкалы основания правее 32°, а штрих шкалы нониуса, соответствующий 22′, совпал со штрихом основания, то размер измеряемого угла будет равен 32°+22′=32°22′. Такой порядок считывания результата измерений справедлив для острых углов. При измерении тупых углов к размеру, прочитанному по шкалам, необходимо добавлять 90°. Если, например, показание при измерении 28°36′, это значит, что действительный угол составляет 28°36′+90°=118°36′.

Угломер типа УН (рис. 49, *б*) имеет величину отсчета

по нониусу 2 и 5′. Он наиболее удобен для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 40 до 180°.

Угломер имеет полукруглое основание *6*, на котором закреплена линейка *8*. Сектор *7* с нониусом *3* перемещается по основанию *6* и после установки закрепляется стопором *5*. Микрометрическая подача нониуса осуществляется вращением винта *4*. К сектору *7* с помощью державок *2* крепится угольник *1*, а к нему присоединяется съемная линейка *9*.

Основная шкала угломера типа УН построена несколько иначе, чем у угломера УМ. Слева направо на шкале нанесены деления от 50 до 90°, затем от 0 до 50°. Ниже расположены цифры, по которым производятся отсчеты от 140 до 230° и от 230 до 320°.

Если на угломере установлены угольник и линейка, то можно измерять углы от 0 до 50°. Если убрать угольник и закрепить на его месте линейку, то можно измерять углы от 50 до 140°, а если убрать линейку и оставить только угольник, то от 140 до 230°. При отсутствии линейки и угольника измеряются углы от 230 до 320°.

При измерении наружных углов:

от 0 до 50° показания читают по правой части шкалы;

от 50 до 90° показания читают по левой части шкалы;

от 90 до 140° к показаниям правой части шкалы прибавляют 90°;

от 140 до 180° к показаниям левой части шкалы прибавляют 90°.

При измерении внутренних углов:

от 180 до 130° показание правой части шкалы отнимают от 180°;

от 130 до 90° показание левой части шкалы отнимают от 180°;

от 90 до 40° показание правой части шкалы отнимают от 90°.

При пользовании угломерами необходимо соблюдать такие же правила, как и при измерении линейных величин штангенинструментами.

?! 1. Какие инструменты применяют для измерения угловых величин? 2. Как устроен угломер типа УМ? 3. На каком принципе основано устройство нониуса угломера? 4. Как производится измерение угломером типа УМ? 5. Как устроен угломер типа УН? Чем он отличается от угломера типа УМ? 6. Как производятся измерения различных углов угломером типа УН?

28. КОНТРОЛЬ ПОВЕРОЧНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

К поверочным инструментам относятся поверочные линейки и плиты, угольники, шаблоны, щупы, различные калибры. В от-

личие от измерительных поверочные инструменты указывают только на наличие отклонения в размерах и форме деталей, но не показывают значение этих отклонений.

Для контроля прямолинейности, плоскостности и взаимного расположения поверхностей применяют поверочные линейки и плиты.

Поверочные линейки выполняются двух основных типов: лекальные и линейки с широкими рабочими поверхностями.

Проверка прямолинейности поверхности деталей лекальными линейками производится, как правило, по способу «световой щели» («на просвет»). При этом лекальную линейку накладывают острой кромкой на проверяемую поверхность, а источник света помещают за деталью. Линейку держат строго вертикально на уровне глаз. Наблюдая за просветом между линейкой и поверхностью детали в разных местах по длине линейки, определяют степень прямолинейности поверхности: чем больше просвет, тем больше отклонение от прямолинейности.

Проверка прямолинейности и плоскостности линейками с широкими рабочими поверхностями выполняется обычно способом «пятен» — «на краску». При проверке «на краску» рабочую поверхность линейки покрывают тонким слоем краски (суриком, сажей), затем осторожно накладывают линейку на проверяемую поверхность и плавно, без нажима перемещают ее. После этого линейку также осторожно снимают и по расположению и количеству пятен краски на проверяемой поверхности судят о ее плоскостности. При хорошей плоскостности пятна краски располагаются равномерно по всей поверхности. Чем больше пятен на поверхности квадрата 25×25 мм, тем лучше плоскостность.

Поверочные плиты применяют главным образом для проверки больших поверхностей деталей способом «на краску», а также используют в качестве вспомогательных приспособлений при контроле деталей. Проверка плоскостности поверхностей деталей «на краску» при помощи поверочных плит производится так же, как и линейками с широкими рабочими поверхностями.

Для контроля наружных и внутренних прямых углов деталей при их изготовлении широко применяются *поверочные угольники.* Они выпускаются трех классов точности: 0, 1, 2. Наиболее точные — угольники класса 0.

При проверке наружных прямых углов угольник накладывают на проверяемую деталь внутренней частью, а при проверке внутренних углов — наружной частью. Приложив угольник к одной стороне проверяемого угла, совмещают его вторую сторону с другой стороной угольника. По просвету между сторонами угольника и проверяемого угла судят о точности этого угла.

Для проверки сложных профилей поверхностей обрабатываемых деталей используют *шаблоны.* Они могут иметь самую разнообразную форму, которая зависит от формы контролируемой

поверхности детали. Проверка производится уже известными способами: «на просвет» или «на краску». Более широкое применение получил первый способ. Проверка «на краску» обычно производится в том случае, если нельзя проверить «на просвет», например при контроле выемок, глухих мест и т. д.

Радиусы выпуклых и вогнутых поверхностей от 1 до 25 мм проверяют радиусными шаблонами, которые комплектуются в наборы. Например, набор № 1 имеет девять выпуклых и девять вогнутых шаблонов с радиусами 1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм. Размер радиуса закруглений контролируют «на просвет», совмещая профиль шаблона с проверяемым профилем.

С помощью резьбовых шаблонов проверяют профили резьб. Эти шаблоны комплектуются в два набора: для метрической резьбы с углом профиля 60° и для дюймовой резьбы с углом профиля 55°. На каждом шаблоне, входящем в тот или другой набор, указывается шаг резьбы.

Для проверки размеров зазоров между сопряженными поверхностями деталей используют *щупы*. Они представляют собой набор заключенных в обойму мерных стальных, точно обработанных пластинок, которые имеют толщину от 0,03 до 1 мм и длину 50, 100 или 200 мм.

Размер зазора проверяют, вводя в него поочередно пластинки различной толщины (одну или несколько штук одновременно). Размер зазора считается равным толщине пластинки или набора пластинок, плотно входящих в него.

Размеры сопрягаемых поверхностей при массовом производстве изделий проверяют, как правило, методом сравнения с помощью *предельных калибров* (скоб или пробок). На калибрах обозначены их размеры. Калибры-пробки *1* применяют для проверки внутренних размеров, а калибры-скобы *2* — для проверки внешних (рис. 50, *а*).

Контроль за точностью показаний самих измерительных инструментов (штангенциркулей, микрометров и т. д.) может осуществляться с помощью *плоскопараллельных концевых мер длины*.

Плоскопараллельные концевые меры длины изготовляются из легированной инструментальной стали в виде плиток прямоугольного сечения.

Противоположные стороны плиток служат измерительными плоскостями, а расстояние между ними — измерительным размером.

Плоскопараллельные концевые меры длины выпускаются промышленностью наборами (ГОСТом предусмотрен выпуск двадцати одного набора).

Как уже отмечалось, поверочные инструменты указывают только на наличие отклонений в размерах и форме деталей, но не показывают величину этих отклонений.

Для измерения величин отклонений размера детали от задан-

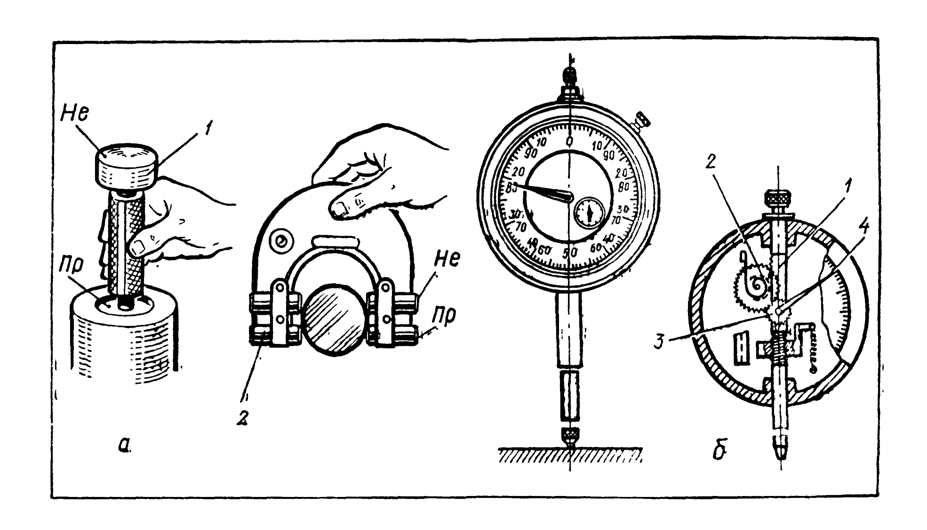


Рис. 50. Предельные калибры (а) и индикатор часового типа (б)

ного часто пользуются индикаторами. Измерительный механизм индикатора часового типа (рис. 50, б), например, преобразует поступательное перемещение штока-рейки *1* во вращательное движение сцепленного с рейкой зубчатого колеса *2*, которое через зубчатую передачу соединено с колесом *3*. На колесе *3* закреплена стрелка *4*.

Отсчет показаний индикатора производится по двум циферблатам: по малому циферблату отсчитывается полное число оборотов большой стрелки, по большому циферблату — доли оборота большой стрелки. Если цена деления индикатора 0,01 мм, а всего делений 100, то один полный оборот большой стрелки равен 1 мм перемещения измерительного штока.

Все рассмотренные поверочные инструменты имеют очень точно обработанные рабочие поверхности и поэтому требуют осторожного и бережного обращения. Необходимо предохранять рабочие поверхности инструментов от коррозии и механических повреждений. Во время работы инструменты следует класть только на деревянные или другие нежесткие подставки. По окончании работы следует протирать их чистой ветошью или ватой и смазывать бескислотным вазелином. Хранят эти инструменты обычно в специальных футлярах.

?! 1. Как проверяют прямолинейность плоскостей с помощью поверочных линеек? 2. Для чего служат поверочные плиты? 3. С помощью каких шаблонов можно проверить радиусы выпуклых и вогнутых поверхностей деталей? 4. Как определить вид и шаг резьбы резьбовым шаблоном? 5. Как контролируют размеры зазоров сопряженных поверхностей? 6. Что такое плоскопараллельные концевые меры длины и для чего они служат?

Глава 6. ТЕХНИЧЕСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

29. ПОНЯТИЕ О ЕДИНОЙ СИСТЕМЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) — это комплекс государственных стандартов, устанавливающий единые взаимосвязанные правила и положения по составлению, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой промышленными предприятиями, научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями Советского Союза.

ЕСКД устанавливает:

а) основные виды изделий машиностроительной и других отраслей промышленности (деталь, сборочная единица, комплекс, комплект);

б) виды конструкторских документов (чертеж детали, сборочный чертеж, монтажный чертеж, схема, спецификация и др.);

в) стадии разработки конструкторской документации от технического задания до рабочей документации;

г) требования к текстовым документам;

д) общие правила выполнения чертежей (форматы, масштабы, шрифты чертежные, изображения видов, разрезов, сечений и т. п.);

е) условные обозначения резьб, болтов, гаек, зубчатых колес, реек, пружин и других деталей.

Деталь — это изделие, выполненное из однородного материала без применения сборочных операций (например, болт, гайка, вал, втулка).

Сборочная единица — изделие, составные части которого соединяются между собой в процессе сборки с помощью резьбы, пайки, сварки и т. п. (например, редуктор).

Комплекс — два и более изделия, предназначенных для выполнения взаимосвязанных функций (например, технологическая линия).

Комплект — это набор из двух и более изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (комплект запасных частей, комплект инструментов и принадлежностей).

Положения ЕСКД, установленные на основные виды графической и текстовой документации:

Чертеж детали содержит ее изображение и другие данные, необходимые для изготовления и контроля.

Сборочный чертеж представляет собой изображение сбороч-

ной единицы и содержит другие данные для ее сборки (изготовления) и контроля.

Чертеж общего вида определяет конструкцию, взаимодействие основных частей и поясняет принцип работы изделия.

Схема — документ, на котором условными обозначениями показаны составные части изделия и связи между ними.

Спецификация раскрывает состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Технические условия отражают требования к изготовлению, контролю и приемке изделия.

Весь комплекс стандартов ЕСКД направлен на улучшение качества проектируемых изделий, на снижение трудоемкости конструкторского труда. Установленные ЕСКД рациональные формы конструкторских документов и чертежей позволяют значительно сократить затраты труда на их выполнение.

ЕСКД создает условия для взаимного обмена конструкторской документацией между различными предприятиями и организациями, повышает эффективность совместных проектно-конструкторских работ со странами СЭВ, увеличивает возможность применения средств механизации и автоматизации при разработке конструкторской документации.

?! 1. Что такое Единая система конструкторской документации? 2. Что устанавливает ЕСКД? 3. Какие положения ЕСКД существуют для основных видов изделий? 4. Какие положения ЕСКД установлены на основные виды графических и текстовых документов? 5. Решению каких задач способствует ЕСКД?

30. ЧТЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ И СХЕМ

Прочитать современный чертеж изделия — это значит получить полное представление о форме изделия, размерах и технических требованиях, а также определить все необходимые данные для его изготовления и контроля.

По *чертежу детали* выясняют форму и размеры всех ее элементов, назначенный конструктором материал, допустимую шероховатость поверхностей, показатели свойств материалов, предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей.

Деталь на рабочем чертеже обычно изображают в законченном виде, т. е. такой, какой она должна поступить на сборку. По рабочим чертежам разрабатывается весь технологический процесс изготовления детали и составляются технологические карты, на которых детали изображают в промежуточных стадиях изготовления.

Качество рабочего чертежа оценивается по тому, насколько он отвечает требованиям производства.

Основные требования к чертежу сводятся к следующему:

1. Чертеж детали должен содержать минимальное, но достаточное для уяснения ее формы количество видов, разрезов и сечений, выполненных с применением только таких условных изображений, которые установлены стандартами.

2. На чертеже должна быть обозначена шероховатость поверхности, полно и технологически правильно все необходимые размеры.

3. Чертеж должен содержать необходимые технические требования, отражающие особенности детали: материал и показатели его свойств, покрытие, предельные отклонения размеров, геометрической формы и расположения поверхностей.

Среди требований, предъявляемых к чертежу детали, следует особо выделить требование технологичности, т. е. связи чертежа с технологией изготовления детали. Требование технологичности относится как к самой конструкции детали, так и к ее изображению на чертеже.

Большое значение для изготовления детали имеет технологически правильная простановка размеров на чертеже. При этом необходимо учитывать: какие элементы деталей принять за размерные базы, чтобы они согласовывались с технологическими и измерительными базами; какие указать размеры, чтобы учесть все виды промежуточного контроля в процессе изготовления детали; какие размеры на чертеже детали необходимо согласовать с соответствующими размерами смежных сопрягаемых деталей, находящихся во взаимодействии с данной.

В производственной практике слесаря (при замене отдельных пришедших в негодность деталей во время ремонта оборудования) часто возникает необходимость пользоваться эскизами.

Эскизами называются чертежи временного характера, выполненные без применения чертежного инструмента и без точного соблюдения масштаба.

При составлении эскизов следует применять правила, установленные стандартами для чертежей; необходимо, чтобы эскизы просто и быстро читались, не содержали ничего лишнего и отвечали требованиям производства.

Чтение чертежа начинают с ознакомления с основной надписью и далее производят в следующем порядке:

устанавливают взаимосвязь между всеми изображениями, а также выясняют, какие из упрощенных и условных изображений элементов детали применены;

определяют форму детали, мысленно расчленяя ее на составляющие геометрические элементы;

уясняют, к каким элементам детали относятся размеры, какую величину они обозначают (диаметр, длину, ширину и т. д.), находят размеры базы, расшифровывают условные обозначения размеров, а также обозначения шероховатостей поверхности;

подробно знакомятся со всеми техническими требованиями

и другими указаниями, которые обусловливают особенности и последовательность работы по чертежу.

Среди графической документации, которой пользуется слесарь в процессе работы, большое место занимают *сборочные чертежи*. По ним производится сборка, т. е. соединение деталей в сборочные единицы, а затем сборочных единиц и деталей в готовые законченные изделия.

Для чтения и составления сборочных чертежей необходимо знать и уметь применять установленные для них стандартами правила, условности и упрощения. Основные из них следующие:

1. Изображения, виды, разрезы и сечения располагают на сборочных чертежах, как и на чертежах деталей, в проекционной связи.

2. Штриховку смежных сечений деталей на сборочных чертежах выполняют под углом 45° в противоположных направлениях или со сдвигом штрихов, или с изменением расстояния между ними.

3. Болты, винты, заклепки, шпонки, стержни, сплошные валы, шарики, шпиндели, рукоятки, гайки, шайбы изображают в продольных разрезах нерассеченными.

4. Линии невидимого контура на сборочных чертежах применяют только для изображения простых (невидимых) элементов, когда выполнение разрезов не упрощает чтение чертежа, а увеличивает его трудоемкость.

5. При изображении ввернутого в отверстие стержня с резьбой (болта, шпильки, нарезанного конца детали), наружная резьба (на стержне) изображается полностью, а внутренняя резьба (в отверстии) показывается только в том случае, если она не закрыта резьбой стержня.

6. Зацепления зубчатых колес, реек и червяков, а также некоторые другие детали, например пружины, изображаются на сборочных чертежах условно (упрощенно).

7. Сложные сборочные чертежи для пояснения принципа устройства механизма и взаимодействия его частей в ряде случаев дополняют кинематическими схемами.

При изучении работы различных станков, механизмов, при их наладке или ремонте, при монтаже электрического оборудования нередко требуется уяснить принципиальную связь между элементами монтируемого устройства без уточнения его конструктивных особенностей. Для этой цели предназначаются различные *схемы*: кинематические, гидравлические, электрические и другие.

Кинематические схемы отображают связь и взаимодействие между подвижными элементами устройства, гидравлические — показывают систему управления посредством жидкости, а электрические схемы поясняют принцип работы и взаимосвязь между элементами электрического устройства.

На схемах детали изображаются упрощенно, посредством

условных обозначений, установленных стандартами. На переднем форзаце показана кинематическая схема вертикально-сверлильного станка с наглядным пояснением условных обозначений сборочных единиц и деталей.

Схемы являются неотъемлемой частью комплекта конструкторских документов для многих изделий и вместе с другими графическими материалами дают сведения, необходимые при проектировании, изготовлении, монтаже, эксплуатации и изучении изделий. Они широко используются как иллюстрации к различным описаниям, наглядно разъясняя связь между элементами изделий и принцип их работы.

Схемы строят с учетом следующих требований:

1. Упрощенные изображения и условные обозначения для элементов различных систем выполняют согласно стандартам ЕСКД.

2. Условные знаки, не требующие соблюдения масштаба, вычерчивают с сохранением одинаковых размеров при повторении их на одной и той же схеме. Выполняются они в прямоугольной или аксонометрической (наглядной) проекциях.

3. Надписи на схемах дают краткие и предельно ясные. Выполняют их стандартным чертежным шрифтом.

4. Условные изображения, отличающиеся от установленных стандартами ЕСКД, которые оказалось необходимым использовать в схеме, должны быть пояснены.

Чтение схемы начинают с общего ознакомления, обзора схемы. По условным обозначениям элементов устанавливают вид схемы. Затем подробно рассматривают элементы схемы по их условным изображениям и буквенным обозначениям: определяют точные наименования всех элементов, уточняют их характеристики, используя для этого спецификацию. Завершается чтение схемы полным уяснением принципа работы всего устройства и назначения всех его элементов путем последовательного выяснения связей между ними.

?! 1. Что отражает чертеж детали? 2. Какие требования предъявляются к рабочему чертежу? 3. Как связан чертеж с технологией изготовления детали? 4. Для чего служат сборочные чертежи? 5. Какие правила, условности и упрощения используют в сборочных чертежах? 6. Каково назначение схем? 7. Какие требования учитываются при составлении и чтении схем?

31. ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Технологический процесс механической обработки — это часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы, размеров или свойств обрабатываемой заготовки,

выполняемая в определенной последовательности. Технологический процесс состоит из ряда операций.

Операцией называется законченная часть технологического процесса обработки одной или нескольких одновременно обрабатываемых заготовок, выполняемая на одном рабочем месте одним рабочим или бригадой. Операция начинается с момента установки заготовки на станок и включает всю последующую ее обработку и снятие со станка. Операция является основным элементом при разработке, планировании и нормировании технологического процесса обработки заготовок. Операцию выполняют за одну или несколько установок заготовки.

Установка — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок. В установке выделяют отдельные позиции заготовки.

Позиция — фиксированное положение, занимаемое закрепленной заготовкой совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Технологическая операция может быть выполнена за один или за несколько переходов.

Переходом называется часть операции, которая характеризуется постоянством режущего инструмента, режима обработки и обрабатываемой поверхности. В свою очередь, переход может подразделяться на более мелкие элементы технологического процесса — проходы. В процессе прохода снимается слой материала без изменения настройки станка.

Разработка всех указанных элементов технологического процесса во многом зависит от характера заготовки и величин припусков на ее обработку.

Заготовка — это предмет производства, из которого изменением формы, размеров, шероховатости и свойств материала изготовляют деталь. Заготовки производят в литейных цехах (отливки), кузнечных (поковки, штамповки) или в заготовительных (нарезают из проката). Способ производства заготовок зависит от конструктивных требований к деталям, свойств материала и т. д. При разработке технологического процесса важно правильно выбрать технологические (установочные и измерительные) базы.

Под *установочной базой* понимают поверхность заготовки, на которой она закрепляется и по которой ориентируется относительно станка и режущего инструмента. Установочная база, используемая на первой операции, называется черновой базой, а база, которая образовалась в результате начальной обработки и используется для закрепления и ориентировки заготовки при дальнейшей обработке,— чистовой базой.

Измерительными базами называются поверхности заготовки, от которых производится отсчет размеров при контроле результатов обработки.

При выборе технологических баз руководствуются правилами единства и постоянства баз. Согласно первому правилу в качестве установочных и измерительных баз нужно по возможности использовать одни и те же поверхности. Второе правило требует, чтобы от одной базы обрабатывалось как можно большее число поверхностей. Соблюдение этих правил обеспечивает более высокую точность обработки. За черновую установочную базу обычно принимают ту поверхность, которая в дальнейшем не подлежит обработке или имеет наименьший припуск на обработку. Это позволяет избежать брака из-за недостаточного припуска на эту поверхность.

Поверхности, выбранные в качестве установочных баз, должны позволять надежно закреплять заготовку.

Разработка технологического процесса начинается с анализа исходных данных — рабочего чертежа и размеров партии деталей (количества подлежащих обработке заготовок одного наименования). При этом учитывают наличие оборудования, приспособлений и т. д.

Исходя из рабочего чертежа и размеров партии, определяют род и размеры заготовки. Так, для единичного производства заготовки обычно нарезают из сортового или листового металла (в этом случае слесарь должен определить размеры заготовки с учетом припусков на обработку). При серийном и массовом производстве заготовки, как правило, получают с помощью литья, свободной ковки или штамповки.

Для выбранной заготовки намечают технологические базы: сначала — черновую, затем — базу для чистовой обработки.

На основе типовых технологических процессов определяют последовательность и содержание технологических операций по обработке конкретной детали. Когда последовательность обработки определена и операции намечены, для каждой из них подбирают необходимое оборудование, технологическую оснастку (рабочие и измерительные инструменты, приспособления) и вспомогательные материалы (средства для окраски заготовок при разметке, охлаждающе-смазочные материалы и т. д.).

В случае обработки деталей на станках рассчитывают и назначают режимы обработки. Затем технологический процесс нормируют, т. е. определяют норму времени на выполнение каждой технологической операции.

Государственными стандартами установлена Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Основное назначение ЕСТПП — установление системы организации и управления процессом технологической подготовки производства. ЕСТПП предусматривает широкое применение прогрессивных типовых технологических процессов, стандартной технологической оснастки и средств механизации и автоматизации производственных процессов.

?! 1. Что называется технологическим процессом механической обработки? 2. Что такое технологическая операция, переход и проход? 3. Что называется установкой и позицией? 4. Что такое технологические базы и каковы основные правила их выбора? 5. В какой последовательности разрабатывают технологический процесс?

32. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

В СССР принята Единая система технологической документации (ЕСТД). ЕСТД представляет собой комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения технологической документации, применяемой машиностроительными организациями и предприятиями Советского Союза для изготовления или ремонта изделий.

ЕСТД устанавливает виды и формы технологических документов: маршрутной карты, карты технологического процесса, операционной карты, карты эскизов и схем и др.

Правила оформления технологических документов строго регламентированы.

Основным документом, определяющим технологический процесс изготовления детали, является *маршрутная карта* (МК). В ней содержится описание технологического процесса изготовления или ремонта изделия по всем операциям в технологической последовательности и приводятся данные об оборудовании, технологической оснастке, материальных и трудовых нормативах.

В единичном и мелкосерийном производстве часто нет необходимости в подробном описании технологического процесса, достаточно установить только последовательность технологических операций. Для этих целей предусмотрена упрощенная форма МК.

Для работ одного вида, выполняемых в одном цехе (например, ковка, штамповка и т. д.), вместо маршрутной карты предусмотрена в качестве основного документа *карта технологического процесса* (КТП).

Для серийного и массового производства, где необходимо разрабатывать технологический процесс более подробно, установлена *операционная карта* (ОК). Она содержит описание технологической операции с указанием переходов, режимов обработки, данные об инструментах, приспособлениях и другой технологической оснастке.

Наряду с указанными основными технологическими документами при изготовлении изделий используются карты эскизов, технологические инструкции и другая документация.

Карты эскизов содержат эскизы, схемы и таблицы, необходимые для выполнения технологического процесса, операции или перехода.

Технологические инструкции представляют собой описания

приемов работы или процессов изготовления либо ремонта изделия, правила эксплуатации средств технологической оснастки и другие указания, связанные с процессом изготовления изделия.

Строгое соблюдение разработанной технологии изготовления изделий называется технологической дисциплиной. Она обязательна для всех работников, участвующих в технологическом процессе изготовления изделия.

?! 1. Что такое Единая система технологической документации (ЕСТД)? 2. Какие основные документы отражают технологический процесс? 3. Что содержит маршрутная карта (МК)? 4. Что содержит операционная карта (ОК)? 5. Что представляет собой карта эскизов? 6. Какие сведения содержатся в технологической инструкции? 7. Что такое технологическая дисциплина?

Глава 7. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

33. ПОНЯТИЕ О ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ

На современных заводах станки, автомобили, тракторы и другие машины изготовляются не единицами и даже не десятками и сотнями, а тысячами. При таких размерах производства важно, чтобы каждая деталь или сборочная единица при сборке точно подходила к своему месту, без какой-либо дополнительной подгонки. Кроме этого, необходимо, чтобы любая деталь или сборочная единица, поступающие на сборку, допускали замену одной детали (сборочной единицы) другой, одинаковой по назначению без ущерба для работы всей готовой машины. Детали или сборочные единицы, удовлетворяющие этим условиям, называются взаимозаменяемыми.

Например, взаимозаменяемыми должны быть запасные части к машинам и приборам, различные крепежные детали (болты, гайки, шайбы), шариковые и роликовые подшипники для валов и осей, свечи зажигания к двигателям внутреннего сгорания, объективы к фотоаппаратам и т. д.

Таким образом, под *взаимозаменяемостью* понимают такой принцип конструирования и производства изделий, деталей, сборочных единиц, при котором установка их в процессе сборки или замена осуществляются без подгонки, подбора или дополнительной обработки.

Принцип взаимозаменяемости и рациональная организация массового производства изделий требует установления определен-

ных норм и правил, которым должны удовлетворять виды, размеры и качественные характеристики изделий.

Процесс установления и применения указанных норм и правил называется *стандартизацией.*

Стандарт — это нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации. Объектами стандартизации являются, например, конкретная продукция, методы, термины, обозначения и т. д. Одной из наиболее распространенных форм стандартизации является унификация.

Унификация — это рациональное сокращение числа объектов одинакового назначения. Проводится она путем анализа конструкций изделий, их применяемости и приведения близких по конструкции и размерам изделий, их составных частей и деталей к единой оптимальной типовой конструкции.

В СССР существует «Государственная система стандартизации». В нее входят следующие категории стандартов: государственные (ГОСТы), отраслевые (ОСТы), республиканские (РСТ) и стандарты предприятий (СТП).

При разработке отечественных стандартов учитывают рекомендации международных организаций по стандартизации. Это необходимо для обеспечения взаимозаменяемости деталей и стандартных узлов машин, изготовленных в разных странах, что способствует расширению научно-технических и торговых связей между государствами.

Крупнейшей международной организацией в области стандартизации является ИСО (Интернациональная организация по стандартизации). Наряду с международными есть региональные организации по стандартизации, включающие ограниченное число стран. Такой организацией, в которую входит наша страна, является Совет Экономической Взаимопомощи. Стандарты СЭВ обозначаются СТ СЭВ. Взаимозаменяемость обеспечивается системой допусков и посадок (ЕСДП СЭВ). В основу ЕСДП СЭВ положена международная система допусков и посадок ИСО.

Для реализации принципа взаимозаменяемости необходима точность изготовления изделий. Однако абсолютно точно выполнить размеры деталей практически невозможно. А иногда достижение высокой точности размеров экономически даже нецелесообразно.

В процессе конструирования деталей устанавливают наибольшие и наименьшие предельные размеры, обеспечивающие нормальное функционирование изделия, его безотказность и долговечность.

Основной расчетный размер (размер, который проставляется на чертеже детали) называется *номинальным размером.*

Разность между наибольшим предельным и номинальным размерами называется *верхним отклонением*, а разность между наименьшим предельным и номинальным размерами — *нижним*

отклонением. При простановке размеров на чертеже указывают допускаемые отклонения номинального размера. Например, $30^{+0,2}_{-0,1}$, здесь 30 мм — номинальный размер, +0,2 — верхнее от клонение, —0,1— нижнее отклонение. Следовательно, размер детали может быть в пределах от 29,9 мм (наименьший предельный размер) до 30,2 мм (наибольший предельный размер). В этом примере верхнее отклонение положительное, а нижнее отрицательное. Но отклонения могут быть оба положительные ($40^{+0,3}_{+0,1}$), оба отрицательные ($50^{-0,2}_{-0,3}$), одинаковые по абсолютной величине ($30 \pm 0,1$), или одно из них равно нулю ($20+0,1$).

Разность между наибольшим и наименьшим предельным размерами называется допуском размера (*IT*).

При графическом изображении допусков вводятся понятия нулевой линии и поля допусков (рис. 51).

Нулевая линия — это линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров (на рисунке — линия 0).

Поле допуска — поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Поле допуска определяется величиной допуска и его положением относительно нулевой линии (номинального диаметра).

Верхнее или нижнее отклонение, используемое для определения поля допуска относительно нулевой линии, называется *основным отклонением.* В ЕСДП СЭВ основным отклонением является отклонение поля допуска, ближайшее к нулевой линии.

ЕСДП СЭВ содержит 27 вариантов основных отклонений (положений полей допусков) для отверстий и столько же для

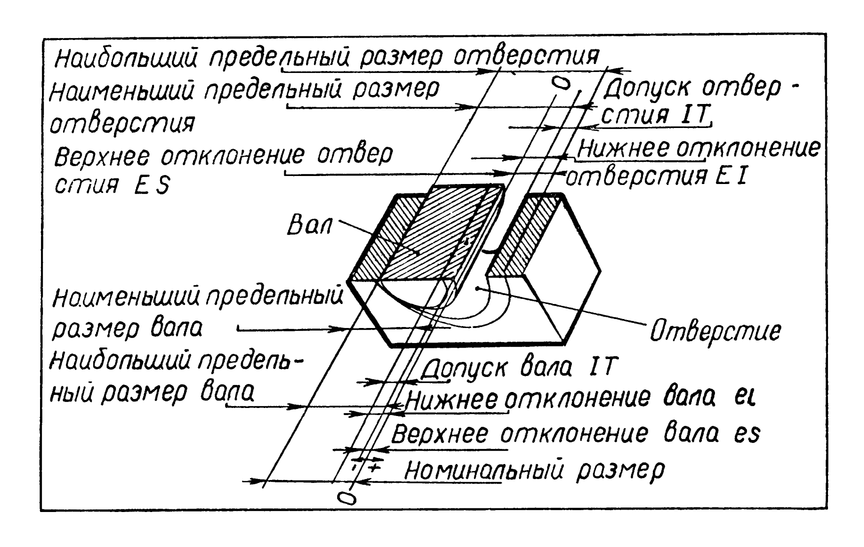


Рис. 51. Графическое изображение полей допусков.

валов. Положение поля допуска для отверстий обозначается прописными буквами латинского алфавита, а для валов — строчными (рис. 52). Основным отклонением для отверстий с полем допуска от *A* до *H* считается нижнее отклонение (*EI*), для отверстий с полем допуска от *I* до *ZC* — верхнее отклонение (*ES*). Для валов от *a* до *h* — верхнее отклонение (*es*), от *j* до *zc* — нижнее отклонение (*ei*).

Отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю, называют основным и его поле допуска обозначают буквой *H*.

Вал, верхнее отклонение которого равно нулю, называют основным и его поле допуска обозначают буквой *h*.

При сборке соединяемые детали соприкасаются между собой отдельными поверхностями, которые называются сопрягаемыми. Размеры этих поверхностей называются сопрягаемыми размерами (например, диаметр отверстия втулки и диаметр вала, на который посажена втулка). Различают охватывающую и охватываемую поверхности и соответственно охватывающий и охватываемый размеры. Охватывающую поверхность принято называть отверстием, а охватываемую — валом.

Сопряжение имеет один номинальный размер для отверстия и вала, а предельные, как правило, различные.

Если действительные (измеренные) размеры изготовленного изделия не выходят за рамки наибольшего и наименьшего предельных размеров, то изделие удовлетворяет требованиям чертежа и выполнено правильно.

Конструкции технических устройств и других изделий требуют различных контактов сопрягаемых деталей. Одни детали должны быть подвижными относительно других, а другие — образовывать неподвижные соединения.

Характер соединения деталей, определяемый разностью между диаметрами отверстия и вала, создающий большую или меньшую свободу их относительного перемещения или степень сопротивления взаимному смещению, называется ***посадкой***.

Различают три группы посадок: подвижные (с зазором), неподвижные (с натягом) и переходные (возможен зазор или натяг).

Зазор образуется в результате положительной разности между размерами диаметра отверстия и вала. Если эта разность отрицательна, то посадка будет с *натягом*.

Различают наибольшие и наименьшие зазоры и натяги.

Наибольший зазор — это положительная разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

Наименьший зазор — положительная разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Наибольший натяг — положительная разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия.

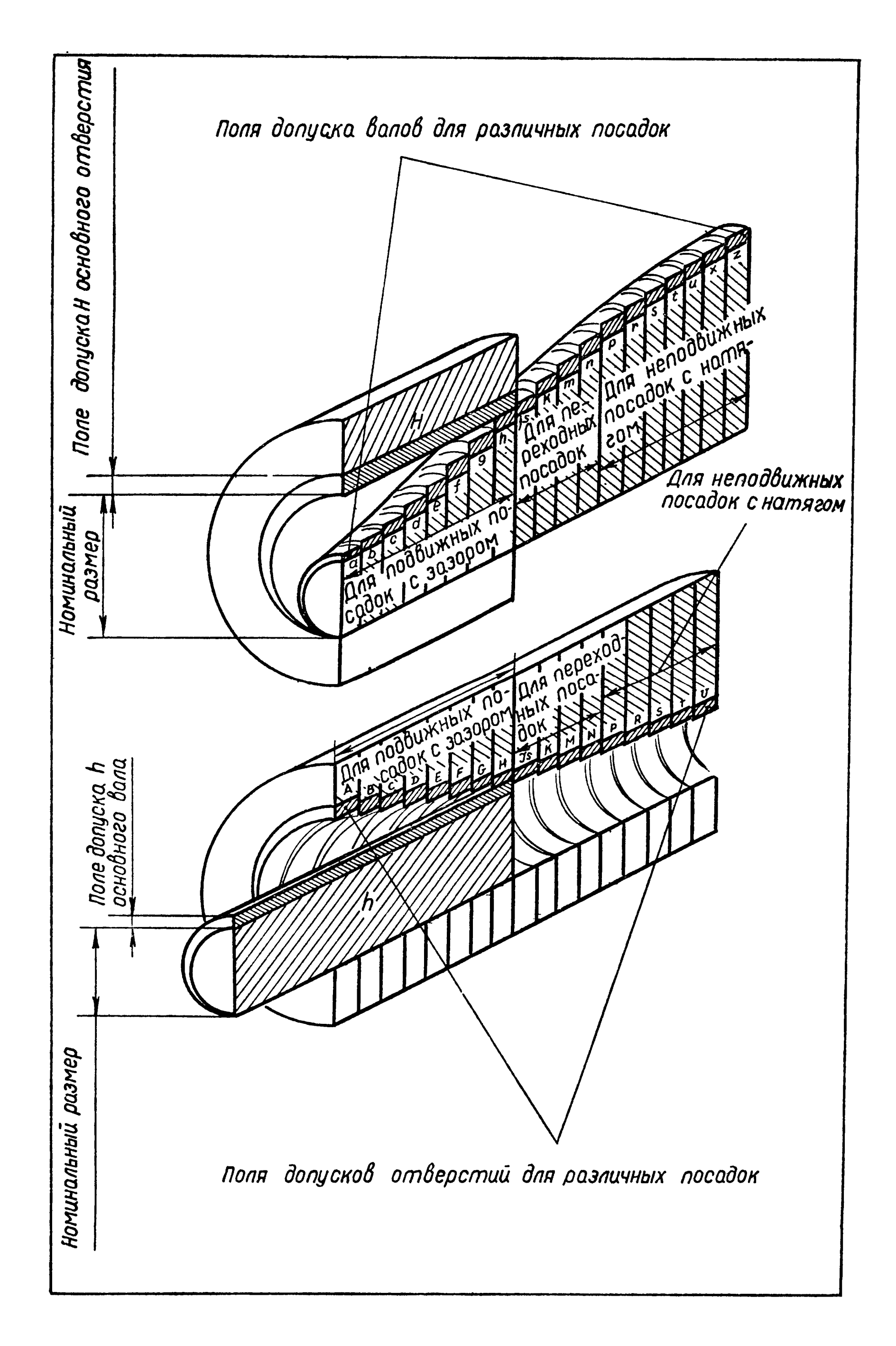


Рис. 52. Набор основных отклонений в ЕСДП СЭВ для различных посадок.

Наименьший натяг — положительная разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия.

Сочетание двух полей допусков (отверстия и вала) и определяет характер посадки, т. е. наличие в ней зазора или натяга.

Системой допусков и посадок установлено, что в каждом сопряжении у одной из деталей (основной) какое-либо отклонение равно нулю. В зависимости от того, какая из спрягаемых деталей принята за основную, различают посадки в системе отверстия и посадки в системе вала.

Посадки в системе отверстия — это посадки, в которых различные зазоры и натяги получают соединением различных валов с основным отверстием.

Посадки в системе вала — посадки, в которых различные зазоры и натяги получают соединением различных отверстий с основным валом.

Применение системы отверстия предпочтительнее. Систему вала следует применять в тех случаях, когда это оправдано конструктивными или экономическими соображениями (например, установка нескольких втулок, маховиков или колес с различными посадками на одном гладком валу).

Основу системы допусков и посадок составляют квалитеты.

Квалитетом называется совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров. Всего установлено 19 квалитетов в порядке убывания точности (01, 0, 1—17). Квалитеты от 01 до 4 применяются для особо точных изделий, от 5 до 12 — для других сопрягаемых поверхностей, остальные — для свободных размеров.

Предельные размеры на чертежах, кроме численных обозначений, могут быть указаны условным обозначением поля допуска и квалитета. Например, $40H7$, где 40 — номинальный диаметр; H — поле допуска отверстия; 7 — квалитет.

Конкретное численное значение предельных размеров определяют по специальным таблицам. В указанном примере верхнее отклонение равно $+0{,}025$, нижнее отклонение 0. Следовательно, наибольший предельный размер будет $40+0{,}025=40{,}025$ мм, а наименьший — 40 мм.

При обозначении посадки (на сборочных чертежах) предельные размеры отверстий и вала могут быть указаны также условно. Например, $40H7/g6$ (или $40\frac{H7}{g6}$), где 40 — номинальный размер (в мм), общий для отверстия и вала; $H7$ — поле допуска и квалитет отверстия; $g6$ — поле допуска и квалитет вала. По этим обозначениям с помощью таблиц можно определять предельные размеры отверстия и вала, значения зазоров или натягов и установить характер посадки.

?! 1. Что такое взаимозаменяемость деталей и для чего она необходима? 2. Что называется стандартизацией и какие задачи она решает? 3. Какие

категории отечественных и зарубежных стандартов используются в нашей стране? 4. Какие размеры деталей называются номинальными, а какие — предельными? 5. Что называется допуском размера? 6. Что называется посадкой? 7. Дайте определения зазоров и натягов в посадках. 8. Что такое квалитет? 9. Каково условное обозначение посадок?

34. ШЕРОХОВАТОСТЬ, ОТКЛОНЕНИЯ ФОРМ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

При любом методе обработки деталей (опиливание, сверление и т. д.) их поверхность не получается идеально гладкой. Всегда остаются некоторые неровности.

Совокупность микронеровностей обработанной поверхности, образующих ее рельеф, называется *шероховатостью поверхности.* В качестве критериев шероховатости поверхностей установлены два основных параметра: среднее арифметическое отклонение профиля R_a, которое характеризует среднюю высоту всех неровностей профиля; высота неровностей профиля по десяти точкам R_z, которая характеризует среднюю высоту наибольших неровностей профиля (рис. 53).

$$R_a \approx \frac{\sum_{i=1}^{n} |y_i|}{n},$$

где y — отклонение профиля от средней линии;

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \ldots + h_9) - (h_2 + h_4 + \ldots + h_{10})}{5},$$

где h — высота выступов микронеровностей, измеренная от линии, параллельной средней.

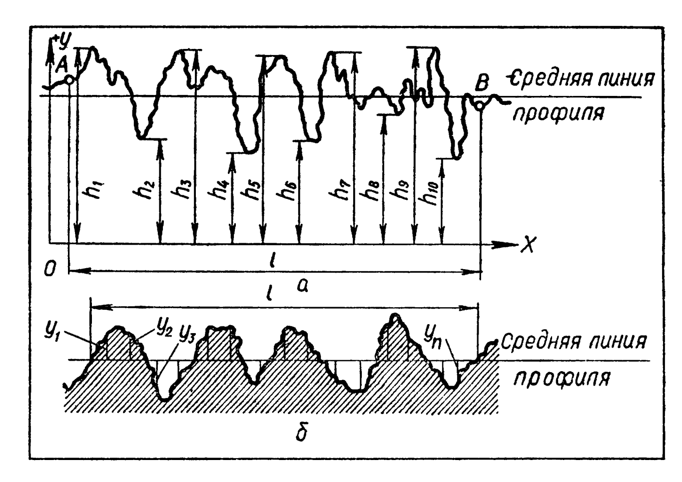


Рис. 53. Шероховатость поверхности:

а — высота Rz микронеровностей; б — среднее арифметическое отклонение Ra профиля.

Числовые значения параметров R_a и R_z приведены в специальных таблицах стандартов.

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей детали независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованием конструкции. Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 54, *а*.

Знаки, используемые для обозначения шероховатости поверхности при различных способах ее обработки, показаны на рисунке: вид обработки не устанавливается — рис. 54, *б*; поверхность получена удалением слоя материала (точением, сверлением и т. д.) — рис. 54, *в*; поверхность образована без снятия слоя материала (литьем, ковкой и т. д.) — рис. 54, *г* (поверхности, не обрабатываемые по данному чертежу, обозначают этим же знаком).

Значение параметра шероховатости R_a указывают при обозначении без символа, например 0,5, а параметра R_z — с символом, например R_z32. Размер шероховатости указывается в микрометрах (мкм).

Для контроля шероховатости поверхности деталей применяют специальные приборы: профилометры и профилографы, а также эталоны шероховатости поверхности.

П р о ф и л о м е т р ы характеризуют шероховатость поверхности по числовым параметрам: среднему арифметическому отклонению профиля R_a и высоте неровностей профиля R_z.

П р о ф и л о г р а ф ы изображают профиль контролируемой поверхности в таком масштабе, чтобы можно было непосредственно измерить элементы профиля. По э т а л о н а м шероховатость контролируют путем сравнения.

Геометрическая форма любой детали машины представляет собой обычно комбинацию плоских, цилиндрических, конических, сферических и других поверхностей. Действительная (реальная) форма, полученная при изготовлении детали, несколько отличается от номинальной геометрической формы (заданной чертежом).

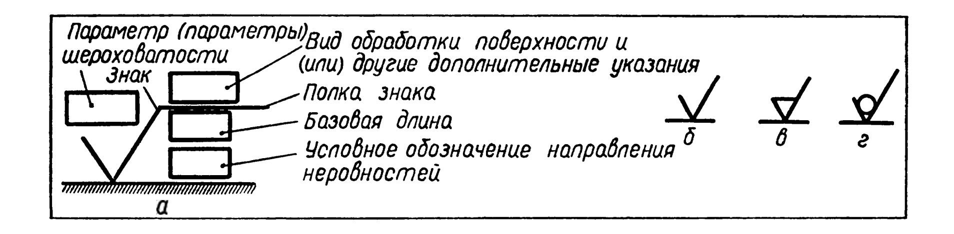


Рис. 54. Структура (*а*) и знаки (*б — г*) обозначения шероховатости поверхности.

Различают следующие виды отклонения от правильной геометрической формы:

1. Отклонение от круглости. Наиболее распространенные среди них — овальность и огранка (рис. 55, *а*).

2. Отклонение от цилиндричности. Среди них выделяют седлообразность, бочкообразность, конусность и отклонение от прямолинейности оси, или изогнутость (рис. 55, *б*).

3. Отклонение формы плоских поверхностей. Здесь наиболее часто встречаются вогнутость, выпуклость, седловитость (рис. 55, *в*).

4. Отклонение расположения поверхностей. К ним относятся отклонения от параллельности осей, перекос осей, отклонения от соосности относительно общей оси.

?! 1. Что называется шероховатостью поверхности? 2. По каким критериям определяют степень шероховатости поверхности? 3. Как обозначается шероховатость поверхности? 4. С помощью каких приборов контролируется степень шероховатости? 5. Какие бывают отклонения от правильной геометрической формы при изготовлении деталей?

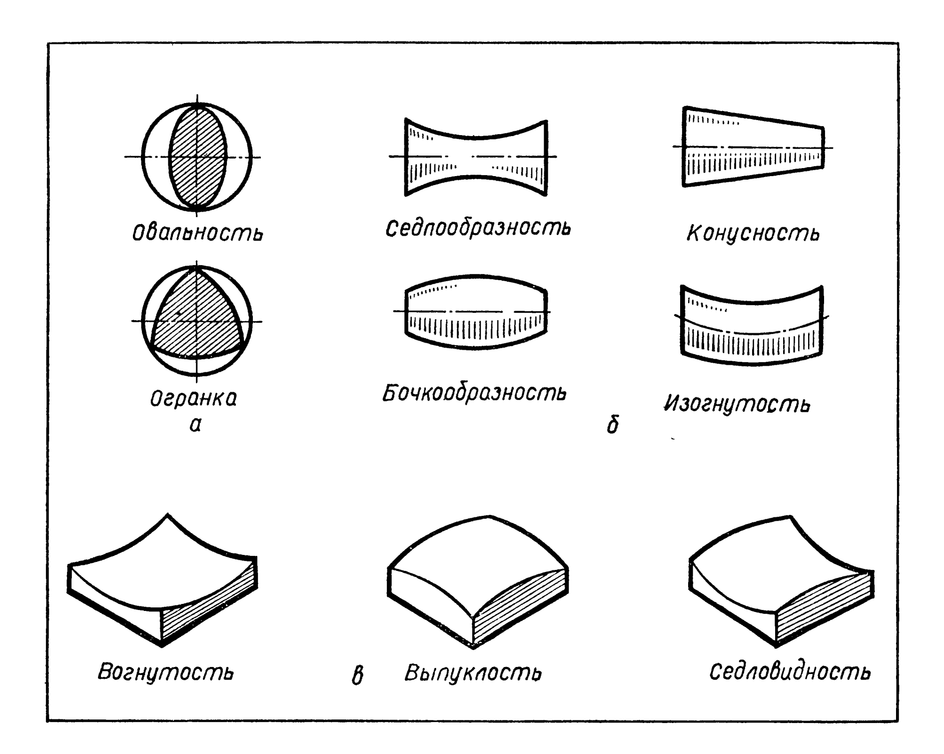


Рис. 55. Отклонение формы поверхностей деталей:
а — некруглость; б — нецилиндричность; в — неплоскостность.

Глава 8. **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ**

35. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Применяемые в машиностроении виды соединений отдельных деталей в сборочные единицы принято делить на две основные группы: разъемные и неразъемные.

К группе разъемных относятся такие соединения, которые можно неоднократно разбирать и вновь собирать без разрушения или существенных повреждений соединительных элементов. Это резьбовые (болтовые, шпилечные и т. п.), шпоночные, шлицевые и другие соединения. В машиностроении наибольшее применение находят резьбовые соединения.

Резьбовые соединения, где соединения деталей с помощью резьбы, обеспечивают их относительную неподвижность. Для образования резьбовых соединений применяются болты, винты, шпильки и другие крепежные детали (рис. 56).

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и винтовой резьбой на другом. Обычно болты применяют для скрепления (соединения) деталей небольшой толщины (например, фланцев) при необходимости их частого соединения и разъединения.

Головка болта может иметь разную форму: шестигранную, квадратную, прямоугольную, полукруглую, коническую с квадратным подголовком и др. Выбор формы головки болта зависит от технологических особенностей данного соединения. Наибольшее применение получили болты с шестигранной головкой.

При скреплении деталей на резьбу болта навертывается гайка. Форма гайки также может быть различной. В болтовых соединениях чаще всего используются шестигранные гайки, реже — квадратные. В машиностроении широко применяются гайки специальной формы: круглые, гайки-барашки (с двумя ушками) и др. Выбор типа гайки зависит от условий работы болтового соединения. Например, при небольших усилиях стягивания и частом завинчивании и отвинчивании применяют гайки-барашки, их удобно завертывать вручную без ключа.

При сборке резьбовых соединений под гайки или головки болтов обычно подкладывают шайбы (плоские кольца). Их ставят в том случае, если нужно увеличить опорную поверхность под гайкой (головкой болта) и предохранить поверхность детали от повреждения гранями гайки.

Чтобы предотвратить произвольное развинчивание болтового соединения, применяют пружинные шайбы. Как средство против самоотвинчивания гаек используют также контргайки и шплинты.

Контргайка — это вторая гайка, навернутая выше первой и плотно к ней прилегающая. Шплинт является более надежным средством против самоотвинчивания. Он представляет собой сложенный вдвое кусок мягкой стальной проволоки полукруглого сечения. Употребляется шплинт обычно в паре с корончатой или прорезной гайкой. Узкой частью шплинт вставляют в прорезь гайки, затем в сквозное отверстие болта или шпильки. После выхода концов наружу их разводят в разные стороны. Таким образом, шплинт удерживает гайку и сам не может выпасть из отверстия, так как с одной стороны этому препятствует утолщенная головка, а с другой — разведенные концы.

Другое распространенное разъемное соединение — *шпоночное*. Шпонки служат для жесткого соединения вращающихся или качающихся деталей с валами или осями (например, зубчатого колеса с валом).

Существует несколько разновидностей шпонок, отличающихся между собой по конструкции: призматические, клиновые, сегментные (рис. 57, *а* — *в*), тангенциальные. Для установки шпонок на

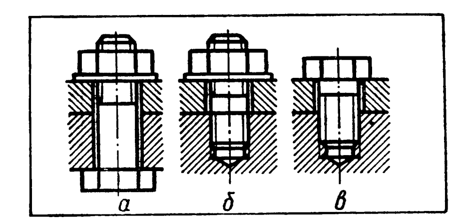


Рис. 56. Примеры резьбовых соединений:

а — болтовое; б — шпилечное; в — винтовое.

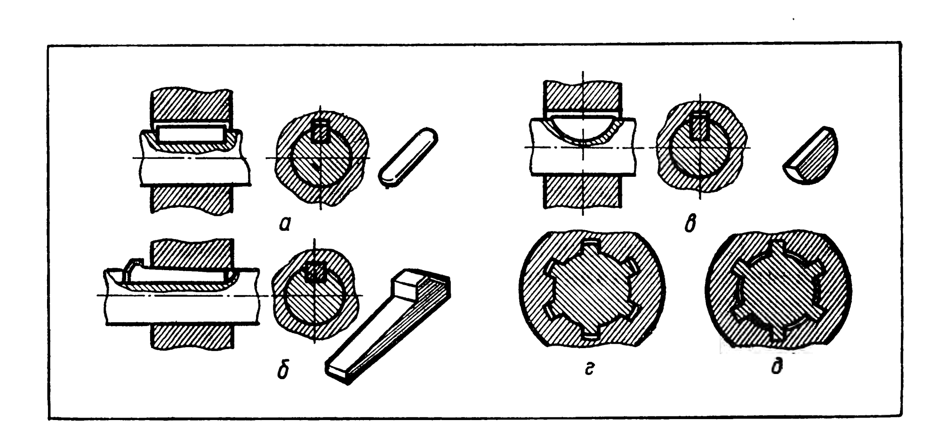


Рис. 57. Типовые шпоночные и шлицевые соединения:

а — призматическая шпонка; б — клиновая шпонка; в — сегментная шпонка; г — шлицевое соединение, центрируемое по внутреннему диаметру; д — шлицевое соединение, центрируемое по наружному диаметру.

валу и во втулке закрепляемой детали делают углубление — шпоночные канавки по форме и размерам шпонок.

Шлицевые соединения используют в передаточных механизмах для сборки валов с зубчатыми колесами и муфтами и другими деталями, например в коробках скоростей металлорежущих станков и автомобилей. Шлицевое соединение напоминает шпоночное, только вместо одной канавки по всей окружности вала делается несколько канавок и выступов (шлицев) прямоугольного, треугольного или фасонного профиля; точно такие же шлицы делаются и в ступице детали (рис. 57, *г* — *д*). Шлицевые соединения по сравнению со шпоночными более сложны по конструкции и способам изготовления. Но они имеют ряд преимуществ: обеспечивают более точное расположение детали на валу, позволяют передавать большие вращающие моменты, износостойки и долговечны.

Для соединения деталей применяются также *штифты* — цилиндрические или конические стержни, которые плотно подгоняют к отверстиям деталей. Примерами могут служить соединения винта с подвижной губкой слесарных параллельных тисков, маховиков и рукояток с винтами подач токарного станка. Для таких соединений, в которых требуется достигнуть строго определенного положения собираемых деталей, применяются установочные штифты.

?! 1. На какие группы делятся соединения деталей в сборочные единицы? 2. Назовите виды разъемных соединений. 3. Что представляет собой резьбовое соединение и каковы его разновидности? 4. Какие существуют средства для предотвращения самоотвинчивания в резьбовых соединениях? 5. Что представляет собой шпоночное соединение и какие виды шпонок в нем используются? 6. В чем различие шлицевого соединения и шпоночного?

36. НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

К неразъемным относятся соединения, которые нельзя разобрать без разрушения соединительных элементов или повреждения соединенных деталей. Это соединения с гарантированным натягом (см. § 33), заклепочные, сварные, соединения пайкой, клеевые.

В *заклепочных соединениях* соединительным элементом является заклепка. Она представляет собой круглый стержень с головкой. В зависимости от формы головок различают заклепки с полукруглой, потайной и полупотайной головками (рис. 58). В зависимости от материала склепываемых деталей и требований к прочности соединения применяют заклепки из мягкой стали, меди или алюминия.

Заклепки стандартизированы, и при проектировании заклепочного соединения следует подбирать стандартные заклепки.

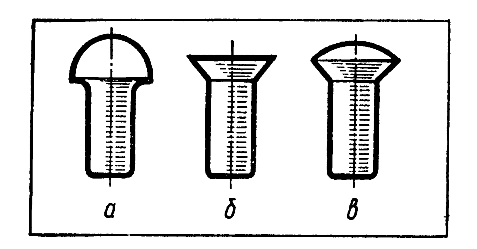


Рис. 58. Виды заклепок:

а — с полукруглой головкой; б — с потайной головкой; в — с полупотайной головкой.

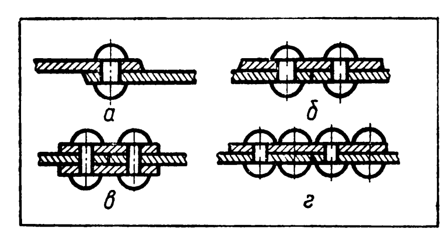


Рис. 59. Виды швов:

а — однорядный внахлестку; б — однорядный встык с одной накладкой; в — однорядный встык с двумя накладками; г — двухрядный с шахматным расположением заклепок встык с одной накладкой.

Ряд заклепок, соединяющих детали, образует заклепочный шов. В зависимости от числа рядов заклепок и их расположения различают однорядные, двухрядные и многорядные швы. По расположению скрепляемых деталей швы подразделяются на швы внахлестку и встык с одной или двумя накладками (рис. 59).

По назначению заклепочные швы подразделяются на следующие виды: прочные, выдерживающие высокие механические нагрузки, например заклепочные швы для соединения деталей ферм мостов; плотные, обеспечивающие главным образом плотность соединения, например швы различных сосудов для жидкостей и газов; прочноплотные, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к первому и второму видам заклепочных швов.

Сведения о сварке и *сварных соединениях* приведены в § 14.

Среди способов получения неразъемных соединений металлических деталей широко используют пайку. Пайкой называется способ соединения деталей с помощью специальных металлов или сплавов — припоев.

Процесс пайки заключается во введении расплавленного припоя в поверхностный слой соединяемых частей в месте их соприкосновения. Соединение частей основного металла происходит вследствие диффузии между расплавленным припоем и предварительно нагретым основным металлом. Место спая называют швом.

Одним из старейших способов получения неразъемных соединений является *склеивание*, т. е. соединение с помощью клея. В последнее время он получает все большее распространение благодаря совершенствованию качеств клеев. Клей представляет собой вязкое вещество, обладающее склеивающей способностью. Клеевые соединения обеспечивают высокую прочность, позволяют соединять тонкие детали. Склеивать можно как металлы, так и неметаллы.

Клеи подразделяются на белковые, или растительные (крахмал, декстрин, резиновый), и животные (костяной, казеиновый, мездровый, или столярный).

В машиностроении используются клеи различных видов. Эпоксидный клей, состоящий из эпоксидной смолы, наполнителя и отвердителя, служит для склеивания однородных и разнородных материалов. Фенольные клеи БФ-2, БФ-4 применяют для склеивания металлов, пластмасс и некоторых других материалов, БФ-6 — для склеивания текстильных материалов. В соединениях деталей, которые не подвергаются ударным нагрузкам, применяют карбинольный клей (смесь карбинола и перекиси бензоила).

?! 1. Какие виды заклепок используются в заклепочном соединении? 2. Как подразделяются заклепочные швы? 3. Охарактеризуйте соединение деталей пайкой. 4. Какие виды клеев применяются при склеивании деталей из различных материалов?

37. СБОРКА ДЕТАЛЕЙ

Соединение деталей в сборочные единицы (механизмы, узлы, машины и т. д.) называется сборкой. Сборка предусматривает не только соединение деталей, но также и подгонку их перед сборкой, регулировку всей сборочной единицы.

Технологический процесс сборки состоит из последовательно выполняемых операций. При этом деталь, с которой начинают сборку, присоединяя к ней последовательно остальные детали, называют *базовой.*

Операция сборки — это часть технологического процесса сборки, выполняемая на одном рабочем месте (одним или несколькими исполнителями). Она, в свою очередь, разделяется на установки и переходы.

Установка при сборке — часть операции, которую выполняют при неизменном положении сборочной единицы.

Переход — часть сборочной операции, выполняемая одним и тем же инструментом при неизменном положении сборочной единицы.

Сборка деталей производится в определенной последовательности, обусловленной конструкцией сборочной единицы.

Слесарно-сборочные работы выполняются с помощью различных монтажных инструментов (гаечных ключей, отверток, молотков) и приспособлений.

Гаечные ключи служат для разборки и сборки резьбовых соединений. Гаечный ключ состоит из головки с зевом определенного размера и рукоятки. Размер зева должен строго соответствовать размеру гайки или головки болта. По форме и назначению гаечные ключи делятся на открытые, накидные (закрытые), радиусные (для круглых гаек) и торцовые.

Открытые ключи подразделяются на односторонние

(рис. 60, *а*) (с одним зевом) и двусторонние (с двумя зевами). На рукоятке ключа обычно указывается его размер (размер зева).

Раздвижные ключи (рис. 60, *б*) — универсальные, так как их зевы можно настроить на различные размеры гайки. Широкое распространение получили раздвижные ключи с червячными винтами. Червячный винт *4*, вращаясь, перемещает зубчатую рейку *3*, а вместе с ней и подвижную губку *2* относительно неподвижной губки *1*. Таким образом изменяется размер зева ключа.

Накладные (закрытые) ключи (рис. 60, *в*) более практичны, чем открытые, так как лучше сохраняют точный размер зева. По форме зева они бывают квадратными, шестигранными и многогранными.

Радиусные ключи (рис. 60, *г*) служат для отвинчивания и завинчивания круглых гаек, имеющих на боковой стороне пазы *2* или отверстия на торце гайки для захвата рожком или штырями ключа *1*.

Торцовые ключи (рис. 60, *д*) служат для отвинчивания и завинчивания внутренних и наружных гаек и болтов различной формы.

Для отвинчивания и завинчивания болтов и винтов, имеющих на головке прорезь (шлиц), используют различного вида отвертки.

Отвертка состоит из ручки, стержня и рабочей части (лезвия). По устройству и назначению отвертки подразделяются так: проволочные (рис. 61, *а*) с шириной лезвия 2...5 мм; с деревянными щечками (рис. 61, *б*) с шириной лезвия 5...15 мм; вставные (рис. 61, *в*), имеющие два лезвия различных размеров; электротехнические (рис. 61, *г*) с ручками из электроизоляционного материала и механические (рис. 61, *д*) с винтовыми канавками на

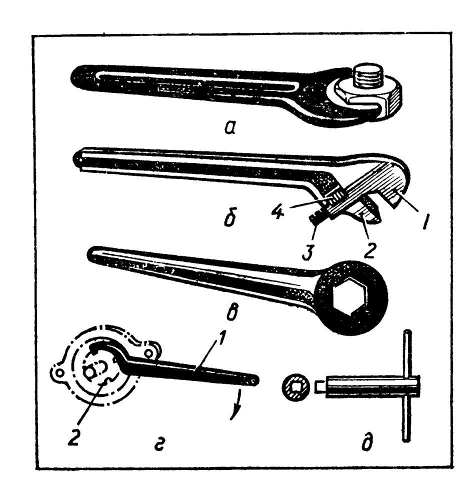


Рис. 60. Гаечные ключи:

а — односторонний открытый; б — раздвижной с червячным винтом (*1* — неподвижная губка; *2* — подвижная губка; *3* — зубчатая рейка; *4* — червячный винт); в — накладной (закрытый); г — радиусный для круглых гаек (*1* — штырь ключа; *2* — паз); д — торцовый.

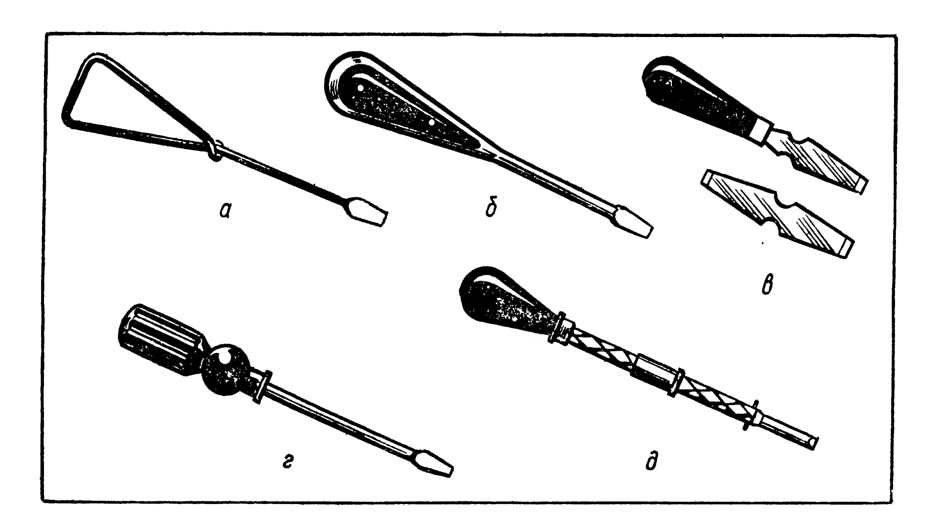


Рис. 61. Отвертки:

а — проволочная; б — с деревянными щечками; в — вставная; г — электротехническая; д — механическая.

стержне, благодаря которым при нажиме на рукоятку отвертка приводится во вращение во время работы. Лезвия отверток должны соответствовать по толщине и ширине размеров шлицев болтов и винтов.

При сборочных работах используются различные *молотки*: обычные слесарные с квадратными и круглыми бойками и специальные — медные и свинцовые. Молотки, изготовленные из мягкого материала, не сминают поверхностей, граней и кромок соединяемых деталей.

Выполнение сборочных работ требует применения и других инструментов, например плоскогубцев, острогубцев и т. п., а также различных приспособлений.

Правильность сборки механизмов обычно проверяется взаимодействием их деталей. Для этого приводят в движение вручную ведущую деталь и следят за тем, как это движение воспринимается всеми ведомыми деталями.

?! 1. Какая деталь сборочной единицы называется при сборке базовой? 2. Что называется операцией сборки? 3. Что такое установка при сборке и переход как элементы операции? 4. Какие инструменты применяются при выполнении сборочных работ?

ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ПРАКТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Лабораторно-практические работы

№ 1. Испытание металлов на твердость

Оборудование: прибор ТШ-2, лупа для измерения диаметра отпечатка шарика, образцы металлов для испытания на твердость.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство прибора.
2. Определить диаметр шарика и нагрузку в зависимости от материала и толщины образца (см. табл. 3 приложения 1).
3. Закрепить шарик с оправкой во втулке шпинделя прибора.
4. Установить на подвеску требуемый набор грузов (рычажная система с подвеской без грузов создает нагрузку 1875 Н).
5. Выбрать и установить длительность выдержки (при испытании черных металлов — 10 с, цветных металлов твердостью $HB > 35$...30 с, $HB < 35$...60 с).
6. Установить образец на столике прибора и вращением маховичка поднять столик до упора образца в ограничитель.
7. Включить электродвигатель прибора.
8. После автоматического отключения электродвигателя опустить столик, вращая маховичок против хода часовой стрелки, и снять испытываемый образец.
9. Измерить диаметр отпечатка шарика с помощью специальной лупы.
10. В соответствии с полученным размером диаметра отпечатка вычислить или определить по таблице 3 (см. приложение 1) число твердости по Бринеллю (*HB*).
11. Испытать образец трижды и определить среднее арифметическое значение результата. Данные записать в таблицу:

				1-е испытание		2-е испытание		3-е испытание		
Диаметр отпечатка, мм	Твердость НВ	Диаметр отпечатка, мм	Твердость НВ	Диаметр отпечатка, мм	Твердость НВ	Материал образца	Толщина образца, мм	Диаметр шарика, мм	Нагрузка,	Средняя твердость НВ

№ 2. Испытание образца из стали на растяжение

Оборудование: школьный гидравлический пресс с приспособлением для испытаний образцов на растяжение, образцы из стали, штангенциркуль.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с устройством и работой школьного гидравлического пресса, измерить диаметр большого цилиндра (D).

2. Измерить длину (l) и диаметр (d) образца, подсчитать площадь поперечного сечения (S_0).

3. Закрепить образец в приспособлении; установить приспособление в пресс для испытания.

4. Осторожно нагружать образец и следить за значением давления по манометру.

5. Постепенно увеличивать давление до разрыва образца; заметить, при каком значении давления (p) произошло его разрушение.

6. Сомкнув обе части разорванного образца, вторично измерить его длину (l_1).

7. Найти значение нагрузки (P), при которой произошел разрыв образца, предварительно определив площадь поперечного сечения большого цилиндра $S_ц = \pi D^2/4$. Тогда $P = p/S_ц$.

8. Определить предел прочности образца на разрыв $\sigma_в = P/S_0$.

9. Определить относительное удлинение образца $\delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\%$.

10. Полученные данные записать в таблицу:

Марки стали	$S_ц$, мм^2	l, мм	d, мм	S_0, мм^2	l_1, мм	p, МПа	P Н	σ, МПа	$\sigma_в$, %	Примечание

№ 3. Закалка и отпуск углеродистой стали

Оборудование: муфельная печь, бачки с охлаждающей жидкостью (маслом, водой), клещи и другие необходимые инструменты, детали, подлежащие термообработке.

Порядок выполнения работы:

1. Определить температуру нагрева и время выдержки в печи детали, подлежащей термообработке.

2. Нагреть электропечь до выбранной температуры и поместить в нее закаливаемую деталь.

3. Выдержать деталь при заданной температуре, вынуть ее из печи и, держа ее в продольно-вертикальном положении, быстро погрузить в баллон с водой. Для лучшего теплообмена перемещать деталь в воде колебательными или круговыми движениями.

4. После охлаждения вынуть деталь из воды и проверить ее твердость напильником или твердомером.

5. Предварительно закаленную деталь выдержать в электропечи при определенной температуре (в зависимости от вида отпуска), а затем охладить в масле или на воздухе.

№ 4. Выбор средств измерения в зависимости от точности изготовления деталей. Измерение штангенциркулем и микрометром

Оборудование: рабочие чертежи несложных деталей, подлежащих слесарной обработке; штангенциркули ШЦ-II, микрометры; образцы для измерений; трехступенчатые валики и втулки.

Порядок выполнения работы:

1. По рабочему чертежу определить перечень необходимых слесарных операций по изготовлению детали.

2. Выбрать контрольно-измерительный инструмент для проверки правильности выполнения каждой слесарной операции.

3. Обосновать мотивы выбора того или иного инструмента. Результаты работы занести в таблицу:

Деталь	Слесарная операция	Контрольно-измерительный инструмент	Примечание

4. Изучить устройство штангенциркуля ШЦ-II.

5. Измерить штангенциркулем наружный и внутренний диаметры втулки и показания записать в таблицу:

Номер образца	Наружный диаметр	Внутренний диаметр

6. Изучить устройство микрометра.

7. Проверить точность установки микрометра на нуль. При необходимости произвести эту установку.

8. Измерить диаметры трех ступеней валика (D_1, D_2, D_3) и результаты измерений записать в таблицу:

Номер образца	D_1	D_2	D_3

№ 5. Определение припусков на обработку

Оборудование: рабочие чертежи и образцы несложных деталей, подлежащих слесарной обработке; заготовки для этих деталей: поковки, литые заготовки, заготовки из листового металла и прутка; измерительный инструмент.

Порядок выполнения работы:

1. По рабочему чертежу (или образцу) детали охарактеризовать необходимую заготовку. Для этого необходимо: а) описать форму детали; б) определить или измерить габаритные и другие размеры, необходимые для выбора заготовки; в) определить ма-

териал и требование к нему; г) с учетом припусков на обработку выбрать размеры заготовки (если деталь из листового материала и имеет изгибы, то учесть и радиусы этих изгибов).

2. По заготовке и рабочему чертежу определить возможность изготовления из нее указанной в чертеже детали. Для этого необходимо: а) внимательно осмотреть заготовку: нет ли на ней трещин, раковин и других дефектов; б) определить материал заготовки, его соответствие материалу детали; в) убедиться в том, что форма заготовки соответствует форме детали; г) измерить габаритные и другие размеры заготовки и, с учетом припусков на обработку, проверить возможность получения размеров, требуемых по чертежу детали; д) определить в целом возможность изготовления из данной заготовки требуемой детали.

№ 6. Выбор режущего инструмента по видам слесарных работ

Оборудование: рабочие чертежи и образцы несложных деталей, подлежащих слесарной обработке; заготовки для этих деталей.

Порядок выполнения работы:

1. По рабочему чертежу (или образцу) детали и заготовке определить перечень необходимых слесарных операций по изготовлению детали.

2. Для выполнения каждой слесарной операции подобрать режущий инструмент.

3. Обосновать мотивы выбора того или иного инструмента.

4. Результаты выполнения работы занести в таблицу:

Деталь	Слесарная операция	Режущий инструмент	Примечание

№ 7. Составление эскизов по образцам деталей

Оборудование: образцы деталей, измерительные инструменты (штангенциркули, измерительные линейки), карандаши, бумага.

Порядок выполнения работы:

1. Осмотреть деталь и определить наименование; материал; поверхности, ограничивающие элементы детали; главное изображение и достаточное количество других видов (разрезов, сечений), необходимых для полного отображения формы детали.

2. Выбрать приблизительный масштаб, определить на глаз основные пропорции детали, провести осевые линии изображения, наметить места изображений в виде прямоугольников или от меток на осевых линиях.

3. Тонкими линиями выполнить все проекции детали, необходимые разрезы и сечения.

4. Определить, какие размеры следует указать; провести выносные и размерные линии.

5. Измерить элементы образца детали и поставить размеры над размерными линиями. Нанести обозначения и размеры стандартизованных элементов детали: резьб, конусностей, фасок и т. д.

6. Обвести контурные линии, указать технические требования, оформить эскиз полностью.

7. Проверить правильность выполнения эскиза.

№ 8. Разработка технологического процесса изготовления детали

Исходные данные: рабочий чертеж детали, размер партии, наличие оборудования, инструментов и приспособлений.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить рабочий чертеж детали и технические требования к ее изготовлению.

2. Выбрать заготовку и определить припуски на обработку.

3. Выбрать технологические базы и определить необходимые технологические операции и их последовательность.

4. Выбрать технологическое оснащение (рабочий и контрольно-измерительный инструмент, приспособления, станки) для каждой операции.

№ 9. Подсчет значений предельных размеров по данным чертежа и определение годности размеров

Оборудование: чертежи изделий с условными обозначениями предельных размеров; образцы деталей, выполненных по этим чертежам; таблицы допусков и посадок.

Порядок выполнения работы:

1. По условному обозначению отклонений от номинального размера определить наибольший и наименьший предельные размеры и допуск размера. Результаты вычислений записать в таблицу:

Условное обозначение размера	Предельные размеры		Допуск размера
	наибольший	наименьший	

2. По условному обозначению посадки определить: а) предельные размеры отверстия и вала; б) допуски размеров отверстия и

вала; в) наибольший или наименьший зазор или натяг; г) установить характер посадки (подвижная, неподвижная, переходная) и систему (отверстия или вала), к которой она относится. Результаты записать в таблицу:

Условное обозначение посадки	Предельные размеры				Допуск размера		Зазор или натяг		Характер посадки	Система отверстия или вала
	наибольший		наименьший							
	отверстия	вала	отверстия	вала	отверстия	вала	наибольший	наименьший		

3. Измерить на образце изделия действительные размеры и сравнить их с соответствующими размерами, указанными на чертеже этого изделия. Определить годность фактических размеров.

№ 10. Чтение чертежей с обозначением допустимых погрешностей формы, расположения поверхностей, их шероховатости

Оборудование: рабочие чертежи деталей с указанными условными обозначениями.

Порядок выполнения работы:

1. По условным обозначениям предельных отклонений от геометрической формы и расположения поверхностей, указанным на чертеже, определить вид и предельное значение этих отклонений. Данные записать в таблицу:

Условные обозначения отклонения от геометрической формы и расположения поверхностей	Вид и значение допустимого отклонения

2. По условным обозначениям шероховатости поверхностей, указанным на чертеже, определить вид обработки и размер шероховатости. Данные записать в таблицу:

Условное обозначение шероховатости поверхности	Вид обработки	Размер шероховатости, мкм

№ 11. Составление технического описания детали

Оборудование: рабочие чертежи деталей, таблица допусков и посадок.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучить чертеж и описать геометрические формы всех элементов детали.
2. Охарактеризовать требования к точности выполнения размеров (определить предельные размеры и допуски размеров).
3. Для сопрягаемых поверхностей определить предельные размеры отверстия и вала, значения зазоров или натягов.
4. Описать требования к шероховатости поверхности детали.
5. Охарактеризовать другие технические требования (термообработка, покрытие, полирование поверхности и т. д.).

№ 12. Разработка технологического процесса сборки изделия

Исходные данные: сборочный чертеж несложного изделия и его описание.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучить описание изделия и его сборочный чертеж.
2. Определить по чертежу все детали, входящие в сборочную единицу, способы их соединения между собой.
3. Выбрать базовую деталь для сборки.
4. Наметить операции сборки и их последовательность.
5. Подобрать необходимый для сборки изделия монтажный инструмент.

ПРИЕМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Тема 1.
ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Эффективность работы слесаря во многом зависит от рациональной организации труда на рабочем месте, строгого соблюдения трудовой дисциплины и требований безопасности.

! *До начала работы:*

1. Надеть спецодежду, проверить, чтобы у нее не было свисающих концов; рукава застегнуть или закатать выше локтя.
2. Проверить слесарный верстак — он должен быть прочным и устойчивым.
3. Проверить соответствие высоты тисков своему росту: выпрям-

ленные пальцы левой руки, согнутой в локте и поставленной на губки тисков, должны касаться подбородка. В случае несоответствия заменить подставку под ноги или найти другой способ устранения этого недостатка. Слесарные тиски должны быть исправны, прочно закреплены на верстаке, ходовой винт тисков должен вращаться в гайке легко, а губки иметь хорошую насечку.

4. Проверить наличие и состояние инструмента. Работать можно только инструментом, прочно закрепленным на гладких, без заусенцев и трещин ручках. Нельзя насаживать деревянные ручки, ударяя их торцом по загрязненному металлическими опилками и стружкой верстаку, так как стружка может вонзиться в торец ручки и при работе поранить ладонь. Зубила, молотки, бородки, кернеры, оправки и другие рабочие инструменты не должны иметь трещин, отколов, заусенцев и наклепа.

5. Расположить на верстаке необходимые инструменты, приспособления и материалы, соблюдая при этом следующие правила: а) то, что берется правой рукой, нужно располагать справа; б) то, что берется левой рукой,— слева; в) то, что берется обеими руками,— перед собой; г) то, чем пользуются чаще, класть ближе; д) то, чем пользуются реже,— дальше; е) контрольно-измерительный инструмент помещать на полочках или в футлярах; ж) рабочий инструмент — на специальных планшетах.

6. Проверить наличие щетки-сметки, совка для стружки, щетки для чистки напильников; обеспечить достаточную освещенность рабочей поверхности верстака.

Во время работы:

1. На верстаке держать только тот инструмент и приспособления, которыми пользуются в данное время.

2. Использовать инструмент и приспособления только по назначению.

3. Использовав тот или иной инструмент, сразу же положить его на определенное место.

4. Надежно закреплять обрабатываемую заготовку в тисках. Рычаг зажимного винта отпускать плавно, чтобы не получить травму рук. При установке заготовки в тисках или в других приспособлениях, а также при снятии ее соблюдать осторожность, так как при падении заготовки можно получить травму ног.

5. Не загромождать верстак заготовками и обработанными деталями.

6. Образовавшуюся в процессе обработки заготовок стружку сметать с верстака щеткой или тряпкой.

7. При рубке металлов зубилом обязательно устанавливать на верстаке защитную сетку и надевать защитные очки.

8. При работе с электрифицированным инструментом соблюдать особые меры предосторожности: для защиты от поражения электрическим током заземлять корпус инструмента; присоединять инструмент к электрической сети с помощью шлангового кабеля с нулевой жилой; использовать индивидуальные средства защиты от поражения электрическим током (резиновые перчатки и галоши, изоляционные коврики или подставки).

По окончании работы:

1. Убрать с верстака неиспользованные материалы и заготовки, а также обработанные детали.
2. Очистить инструмент от стружки, обтереть его ветошью, уложить в верстачные ящики и футляры или сдать в инструментальную кладовую.
3. Тщательно убрать рабочее место.
4. Протереть рабочие части тисков и смазать машинным маслом. Между губками тисков оставить зазор 5...10 мм, чтобы не испортить насечку.
5. Сдать рабочее место дежурному или преподавателю.

Для обеспечения безопасности работы необходимо принять меры пожарной защиты. Случайная искра, попавшая на горючие производственные отходы (масляные концы, паклю, бумагу и другие легковоспламеняющиеся материалы), самовозгорание твердого минерального топлива, короткое замыкание неисправных электрических проводов и электроприборов и другие причины могут вызвать пожар.

! Для предупреждения пожаров необходимо:

1. Осторожно обращаться с нагревательными приборами и легковоспламеняющимися материалами.
2. Нельзя разбрасывать, оставлять на рабочем месте промасленные обтирочные материалы (тряпки, ветошь), так как они могут самовоспламениться. Их следует складывать в закрывающиеся металлические ящики.
3. Сосуды с маслом, керосином, бензином и другими легковоспламеняющимися веществами необходимо после использования убирать в места, специально отведенные для их хранения.
4. По окончании работы следует проверить, выключены ли рубильники, электроприборы и осветительные установки.

?! 1. Как должно быть организовано рабочее место? 2. Какие правила безопасности должен соблюдать слесарь? 3. Какие меры нужно принимать для предотвращения пожаров?

Тема 2.

РАЗМЕТОЧНЫЕ РАБОТЫ

Прежде чем приступить к разметке, заготовку тщательно осматривают, проверяя, нет ли на ней раковин, трещин или других дефектов. Определяют возможность изготовления из нее детали требуемых размеров, сравнивая их с размерами заготовки.

После этого поверхности заготовки, подлежащие разметке, обычно окрашивают меловой краской, раствором медного купороса или быстросохнущими лаками. Окраска поверхности делает более четко видимыми разметочные риски. Наиболее распространена меловая краска, изготовляемая из порошка мела, разведенного в воде, с добавлением небольшого количества льняного масла и столярного клея.

Затем определяют базы для разметки, т. е. те линии или поверхности, от которых откладывают размеры для нанесения остальных линий разметки. Базы выбирают с учетом конструктивных особенностей детали и условий ее работы в составе целого изделия. При плоскостной разметке базами служат наружные обработанные кромки заготовок, оси симметрии и центровые линии, которые наносят в первую очередь.

Определив базовую линию, на поверхность заготовки чертилкой с помощью линейки или угольника наносят остальные линии разметки. Вначале примерно посередине заготовки, параллельно ее боковой стороне проводят продольную осевую линию. Затем циркулем или чертилкой с помощью линейки или угольника наносят характерные точки контура детали согласно чертежу, откладывая размеры от осевой линии по перпендикуляру, и соединяют эти точки прямыми контурными рисками.

При нанесении прямых рисок разметки линейку или угольник плотно прижимают к заготовке пальцами левой руки так, чтобы между линейкой (угольником) и заготовкой не было просвета. Чертилку берут в правую руку, как карандаш, и, не прерывая движения, проводят риску необходимой длины. Проводя риски, чертилку плотно прижимают к линейке (угольнику), отклоняя от нее на небольшой угол. Не рекомендуется проводить риску несколько раз по одному и тому же месту, так как это может привести к ее раздваиванию. Линии, по которым будет проводиться обработка, накернивают. Острие кернера ставят точно на риску с легким наклоном от себя. Перед нанесением удара по бойку кернер переводят в вертикальное положение. Для накернивания используют молотки небольших размеров массой 100...150 г. Расстояния между лунками (кернами) могут быть различными (от 5 до 150 мм), в зависимости от формы риски и размеров детали. На прямых линиях лунки ставят реже, а на кривых и ломаных — чаще.

Если деталь имеет отверстия и радиусные закругления, то двумя взаимно перпендикулярными линиями намечают каждый центр будущего отверстия и центры дуг закруглений и накернивают эти центры. Затем раствором циркуля, равным радиусу дуги окружности или закругления, проводят кривые контурные риски. Для этого острие одной (неподвижной) ножки циркуля устанавливают в сделанное кернером углубление и, слегка прижимая обе ножки к поверхности детали, другой (подвижной) ножкой прочерчивают дугу заданной длины. При этом циркуль слегка наклоняют в сторону движения.

При разметочных работах часто требуется найти центр на торце цилиндрической детали. Для этого обычно используют кернер-центроискатель. Установив его на торец детали и придерживая в вертикальном положении левой рукой, правой наносят удар молотком по головке кернера.

Выполнение плоскостной разметки упрощается при применении специальных шаблонов. Шаблон прикладывают к заготовке так, чтобы он не выступал за ее края, или выбирают такое его положение на размечаемом листе металла, при котором можно наиболее экономно раскроить материал. Прижав шаблон к заготовке левой рукой или струбциной, обводят контур шаблона чертилкой со всех сторон, не сдвигая его.

Пространственная разметка выполняется в следующем порядке. Подготавливая заготовку к разметке, ее очищают от грязи и окалины и осматривают со всех сторон. Изучив чертеж, измеряют заготовку и сравнивают ее размеры с размерами, указанными на чертеже (припуски на обработку должны быть равномерными со всех сторон). Особое внимание при этом обращают на диаметры литых отверстий и межцентровое расстояние. При необходимости отверстия в заготовке закрывают деревянными пробками (заглушками), к торцам которых в центральной части отверстия прикрепляют небольшие (размером примерно 15×15 мм) кусочки белой жести, чтобы можно было наметить центр отверстия. Если заготовка имеет цилиндрическую форму, то центроискателем находят ее центры с обеих сторон и намечают их кернером. На необработанные места заготовки наносят слой мелового раствора, а обработанные окрашивают лаком или раствором медного купороса. После просушки заготовку устанавливают на разметочную плиту.

При определении установочных баз руководствуются следующими правилами: установочной базой заготовок с обработанными плоскими поверхностями обычно является наибольшая обработанная поверхность; в качестве установочных баз заготовок с отверстиями или цилиндрической формы принимают ось отверстия или заготовки и плоскую поверхность, параллельную оси.

Заготовку устанавливают на разметочной плите с помощью различных подкладок, клиньев, домкратов по угольнику и рейсмусу так, чтобы установочные базы были строго параллельны или перпендикулярны плите.

При выборе разметочных баз придерживаются следующих правил: разметочной базой заготовок с обработанными поверхностями служит наибольшая обработанная поверхность; в качестве разметочной базы заготовок с отверстиями или цилиндрической формы принимают ось отверстия или заготовки; разметочной базой симметричных заготовок является ось симметрии.

Согласно чертежу с помощью рейсмуса, чертилки и угольника с широким основанием намечают все горизонтальные и вертикальные риски. Размеры отсчитывают по вертикальной линейке или

штанге штангенрейсмуса от измерительной (разметочной) базы. Затем основные разметочные линии накернивают. При необходимости заготовку устанавливают на вторую установочную базу и производят разметку от нее.

В процессе разметки рабочие части (острие) разметочных инструментов притупляются и их необходимо затачивать на заточных станках. Перед работой на станке нужно проверить зазор между подручником станка и периферией шлифовального круга (зазор не должен превышать 2...3 мм). Чертилку берут обеими руками и, опираясь левой рукой на подручник, располагают ее острие под небольшим углом к боковой поверхности шлифовального круга. Слегка вращая стержень чертилки, затачивают ее на длине 12...15 мм. Кернер затачивают на периферии шлифовального круга, располагая его острие под углом 50...60° к горизонтальной оси круга и также слегка поворачивая инструмент. Перед заточкой разметочного циркуля его ножки сводят вместе и затачивают их на длине 15...20 мм так, чтобы острия обеих ножек сходились в одной точке.

Основным возможным видом брака при разметке является несоответствие размеров размеченной заготовки данным чертежа. Причиной этого могут быть неточность измерительного инструмента, неточность установки заготовки на плите или невнимательность работающего.

! При выполнении разметочных работ необходимо соблюдать общие правила безопасности труда, быть внимательным и аккуратным, работать только исправным и хорошо налаженным инструментом, на свободные (не используемые) остро заточенные концы чертилок надевать предохранительные пробки или специальные колпачки.

?! 1. В чем заключается подготовка заготовки к разметке? 2. Что такое установочные и разметочные базы и как их выбирают? 3. В какой последовательности производят плоскостную разметку? 4. В каком порядке выполняют пространственную разметку? 5. Как затачивают разметочные инструменты?

Тема 3.
ПРАВКА И ГИБКА ЗАГОТОВОК

Правка. Приемы правки зависят от формы заготовок. Листовой металл правят на правильной плите, располагая его выпуклостью вверх, чтобы края плотно касались плиты. Место выпуклости обводят мелом. Придерживая лист левой рукой, правой наносят удары молотком от края листа по направлению к выпуклости; по мере приближения к выпуклости удары наносят чаще и слабее. Во

время правки лист поворачивают в горизонтальной плоскости, для того чтобы удары равномерно распределялись по всей его площади.

Если лист имеет несколько выпуклостей, то вначале удары молотком наносят между выпуклостями, сводят их в одну, а затем правят указанным выше способом. Листы толщиной менее 0,5 мм можно править деревянным или металлическим бруском. Поддерживая лист на плите левой рукой, проглаживают его бруском, переворачивая лист то на одну, то на другую сторону.

Правку полосового металла, изогнутого в плоскости, выполняют также на правильной плите. Мелом отмечают выпуклые места полосы. Левой рукой берут полосу за конец и кладут на плиту выпуклостью вверх. Правой рукой наносят сильные удары молотком (кувалдой) по наиболее выпуклым местам полосы, уменьшая силу удара по мере выпрямления и переворачивая полосу с одной стороны на другую по мере необходимости. Силу удара регулируют в зависимости от размера сечения полосы и степени искривления. Выправленную полосу проверяют «на глаз» или «на просвет». Во втором случае полосу кладут на плиту и смотрят, каков между ними просвет: полоса выправлена правильно, если по всей ее длине просвет равномерный.

Полосовой металл, изогнутый по ребру, правят несколько иным способом. Удары наносят носком молотка по вогнутой части полосы поперек ее кромок; при этом вогнутый край удлиняется и полоса становится прямолинейной. Качество правки проверяют «на глаз» или «на просвет».

Правку круглого металла (прутка) выполняют обычно на призмах. Перекатывая пруток по плите, определяют выпуклые места и отмечают их мелом. Затем устанавливают пруток на призмы выпуклостью вверх. Удары наносят по выпуклому месту молотком со вставками из мягкого металла (меди, свинца). Если правку производят стальным молотком, то применяют подкладки из мягкого металла. Качество правки проверяют способами, указанными выше.

Правку металла можно механизировать, например для правки листового и полосового металла применяют гибочные вальцовки. Правка металла с помощью ручных гибочных вальцовок (рис. 62, *а*) выполняется следующими приемами.

Заготовку *2* устанавливают между тремя валками *1*, *3* и *4* (рис. 62, *б*). Вращением рукоятки *5* заготовку протаскивают между валками до полного ее выпрямления.

Гибка. Гибку металлов осуществляют в тисках или в специальных гибочных приспособлениях. В холодном состоянии можно изгибать заготовки из листовой стали толщиной до 5 мм, из полосовой стали толщиной до 7 мм, из круглой стали (прутка) диаметром до 10 мм.

Гибку в тисках выполняют в следующем порядке. Отмечают чертилкой место изгиба и закрепляют заготовку в тисках так,

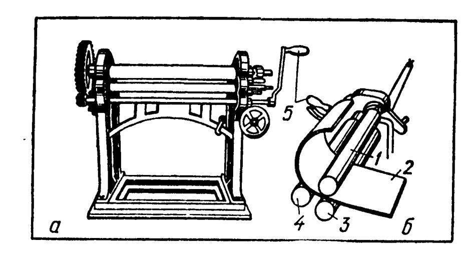


Рис. 62. Механизация при правке металла:

а — ручная трехвалка (вальцовка); б — схема правки (*1*, *3*, *4* — валки; *2* — лист; *5* — рукоятка).

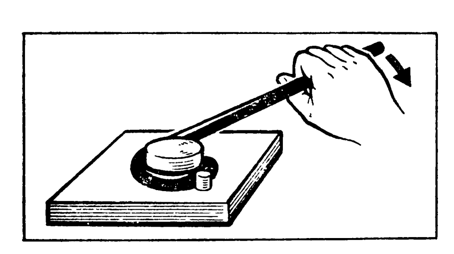


Рис. 63. Приспособление для сгибания прутка в кольцо.

чтобы разметочная риска была обращена к неподвижной губке и выступала над ней примерно на 0,5 мм. Ударами молотка (киянки), направленными к неподвижной губке, изгибают заготовку под необходимым (прямым или тупым) углом. Если нужно изогнуть заготовку под острым углом, то применяют специальную оправку с острой гранью, вокруг которой производится загиб. Качество загиба проверяют угольником или шаблоном.

Более производительна и качественна гибка с применением гибочных приспособлений и гибка в штампах. Простым и очень распространенным является приспособление для сгибания прутка в кольцо (рис. 63).

Однако более производительной и требующей меньших физических усилий со стороны работающего является гибка на специальных станках (рис. 64), которые позволяют сгибать профили разных радиусов кривизны. Вращая рукоятку *4*, верхний ролик *5* устанавливают относительно двух нижних роликов *1* и *6* так, чтобы между ними свободно прошла заготовка *3*. Затем заготовку *3* устанавливают так, чтобы она была прижата верхним роликом *5* к двум нижним *1* и *6* и прижиму *2*.

Включают станок, заготовку *3* несколько раз пропускают между роликами и, постепенно прижимая верхний ролик *5*, получают нужный радиус изгиба. Радиус изгиба проверяют по шаблону.

Особых приемов работы требует гибка труб. Она выполняется в холодном или горячем состоянии. Качество гибки повышается, если применяется наполнитель. Холодная гибка труб с наполнителем выполняется в следующем порядке. Один конец трубы плотно закрывают деревянной пробкой, а через второй наполняют ее сухим песком, слегка постукивают по трубе молотком, чтобы песок уплотнялся. После этого второй конец трубы также забивают

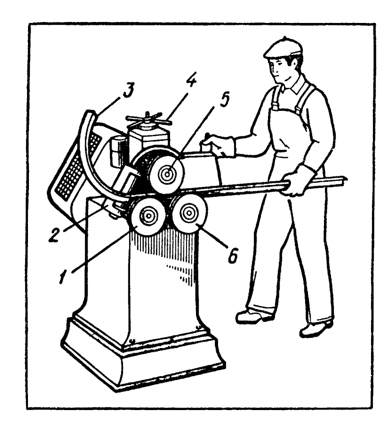
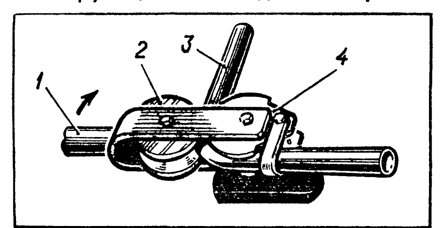


Рис. 64. Гибка на трехроликовом станке.

Рис. 65. Приспособление для гибки труб:
1 — рукоятка; 2 — подвижный ролик; 3 — трубка; 4 — неподвижный ролик.



пробкой. Намечают мелом место изгиба и устанавливают трубу в приспособление (рис. 65). Если труба сварная, то шов должен находиться сбоку изгиба. Поворачивая рукоятку *1*, осторожно сгибают трубу *3* на заданный угол. После проверки полученного угла шаблоном или по образцу вынимают трубу из приспособления, выбивают пробки и высыпают песок.

Горячую гибку труб выполняют, как правило, с наполнителем. Трубу заполняют песком, а в пробках делают небольшие отверстия для выхода газов, образующихся при нагревании. Место изгиба нагревают паяльной лампой или газовой горелкой до температуры 850...900°С и сгибают трубу в приспособлении до получения заданного угла. Длина нагреваемого участка при изгибе под углом 90° должна быть равной примерно шести диаметрам трубы, под углом 60° — четырем, а под углом 45° — трем диаметрам. Закончив гибку, трубу охлаждают водой, выбивают пробки и высыпают песок.

Возможные виды брака при гибке — перекос загибов и механические повреждения поверхностей заготовки. Причиной могут быть ошибки при разметке, неправильное закрепление детали в тисках (приспособлении), а также неточное нанесение ударов.

! **Для обеспечения безопасности при гибочных работах следует надежно закреплять детали в тисках или в специальных приспособлениях, работать только исправным инструментом, надев рукавицы. При горячей гибке необходимо соблюдать правила пожарной безопасности.**

?! 1. Как правят листовой металл? полосовой металл? заготовки круглого сечения? 2. В чем заключается операция гибки металлов? 3. Как производится гибка труб? 4. Какой возможен брак при гибке? 5. Какие правила безопасности следует выполнять при правке и гибке металлов?

Тема 4.
РУБКА МЕТАЛЛА

Большое значение при рубке металла имеют рабочая поза (положение корпуса и ног работающего), держание (хватка) инструмента и техника нанесения ударов молотком. Рабочая поза должна создавать наибольшую устойчивость тела при ударе (правильное расположение центра тяжести). Корпус работающего должен быть выпрямлен и обращен вполоборота (45°) к оси тисков, левая нога выставлена на полшага вперед, а угол, образованный линиями осей ступней, составляет 60...75° (рис. 66, *а*, *б*).

Зубило берут левой рукой за среднюю часть на расстоянии 15...20 мм от края ударной части. Устанавливают зубило так, чтобы

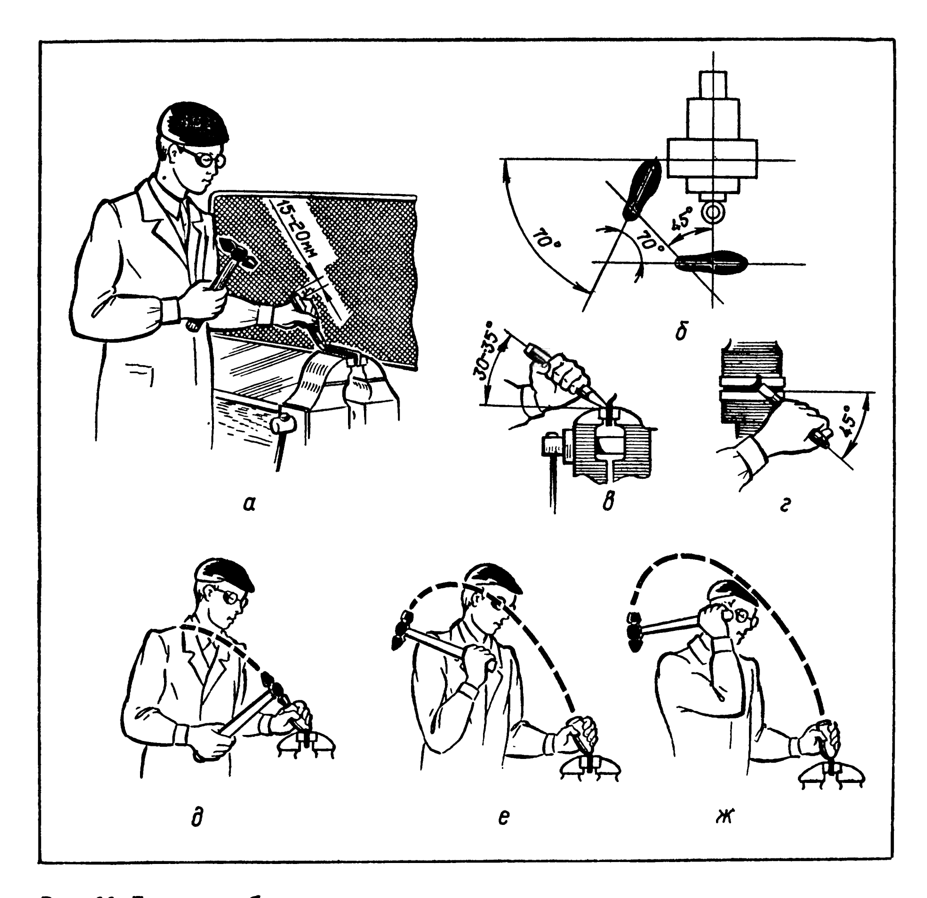


Рис. 66. Техника рубки:

а — положение корпуса работающего; б — положение ног; в — наклон зубила к обрабатываемой поверхности; г — наклон зубила к продольной оси губок; д — кистевой удар; е — локтевой удар; ж — плечевой удар.

режущая кромка находилась на линии снятия стружки (линии среза), а продольная ось стержня зубила составляла угол 30...35° с обрабатываемой поверхностью и угол 45° с продольной осью губок тисков (рис. 66, *в*, *г*).

Молоток берут правой рукой за рукоятку на расстоянии 15...20 мм от ее конца. Крепко сжимая рукоятку всеми пальцами, наносят достаточно сильные удары по центру бойка зубила.

Удар может быть кистевым, локтевым или плечевым (рис. 66, *д*, *е*, *ж*). При кистевом ударе изгибается только запястье правой руки. Во время замаха слегка разжимают пальцы (кроме большого и указательного), затем пальцы сжимают и наносят удар. Кистевыми ударами выполняют рубку и снимают тонкий слой мягкого металла. При локтевом ударе правую руку сгибают в локте. Для получения сильного удара руку разгибают быстро. Такими ударами рубят металл наиболее часто. В плечевом ударе участвуют плечо, предплечье и кисть руки. При этом создается большой замах и удар максимальной силы. Плечевым ударом снимают толстый слой металла.

Сила удара должна соответствовать характеру работы. При этом учитывается масса молотка и длина его рукоятки. Чем тяжелее молоток и длиннее рукоятка, тем сильнее удар.

Для рубки металла в тисках используют прочные массивные тиски. Рубка производится по уровню губок тисков или выше этого уровня (по намеченным рискам). По уровню губок тисков рубят листовой и полосовой металл, выше уровня (по рискам) — заготовки с широкими поверхностями. Детали из хрупких металлов (чугун, бронзу) рубят от края к середине, чтобы избежать скалывания краев детали. В конце рубки силу удара молотком по зубилу уменьшают.

Разрубание металла зубилом на плите или на наковальне ведут по разметке, устанавливая зубило вертикально. Перемещая его в процессе рубки, часть лезвия оставляют в уже прорубленной канавке. Этот прием обеспечивает ровность линии разреза.

При рубке полосового металла по уровню губок тисков сначала размечают линию (риску) разреза, затем закрепляют заготовку в тисках так, чтобы риска находилась на уровне губок, а сама заготовка не выступала за их правый торец. Приняв правильную рабочую позу и установив зубило режущей кромкой на линии среза, локтевыми ударами разрубают заготовку, заканчивая рубку кистевыми ударами.

Слой металла на широкой плоскости срезают следующим образом: размечают заготовку и устанавливают ее в тисках; срубают фаски (скосы) под углом 30...45° на передней и задней кромках плоскости заготовки; прорубают крейцмейселем ряд канавок на всей плоскости заготовки, а затем срубают оставшиеся выступы зубилом.

При рубке металла на плите заготовку размечают, кладут на плиту, надрубают сначала с одной стороны, применяя локтевые

или плечевые удары в зависимости от толщины заготовки, а затем по риске с обратной стороны. Надрубленную заготовку осторожно переламывают в тисках или на кромке плиты.

В процессе работы режущая часть зубила притупляется. Зубила затачивают на заточном станке. Инструмент накладывают на подручник так, чтобы режущая кромка под необходимым углом касалась периферийной поверхности круга. Затем медленно, с легким нажимом передвигают его по всей ширине абразивного круга, поворачивая то одной, то другой стороной. Чтобы не допускать перегрева режущей кромки, не следует сильно прижимать затачиваемый инструмент к абразивному кругу, а затачиваемую часть нужно периодически охлаждать в воде с добавлением 5% соды.

Угол заточки проверяют специальным шаблоном, имеющим угловые вырезы 70, 60, 45 и 35°.

! При рубке металла необходимо соблюдать следующие правила безопасности: пользоваться защитными очками; для предохранения рук от повреждений (особенно в начальный период обучения) на зубило надевать предохранительную резиновую шайбу, а на кисть руки — предохранительный козырек; при рубке твердого и хрупкого металла обязательно устанавливать ограждение (сетку или щиток); работать только исправным инструментом.

?! 1. Какой должна быть рабочая поза и хватка инструмента при рубке металла? 2. Как наносят кистевой, локтевой и плечевой удары молотком? 3. Как производится рубка металла на плите? в тисках? 4. Как затачивается зубило? 5. Какие правила безопасности труда надо выполнять при рубке металлов?

Тема 5.
РАЗРЕЗАНИЕ ЗАГОТОВОК

Приемы разрезания металла ножницами. После разметки линий разрезов подбирают ножницы нужного вида в зависимости от толщины и свойств разрезаемого материала, а также от характера линии разрезов. Ручные ножницы берут правой рукой: большой палец кладут на верхнюю ручку ножниц, указательным, средним и безымянным охватывают нижнюю ручку снизу, а мизинец располагают между ручками (им раздвигают ножницы во время резания). Разводят лезвия ножниц примерно на 3/4 их длины. Левой рукой берут разрезаемый лист металла и закладывают его между лезвиями ножниц так, чтобы он был перпендикулярен к ним, а режущие кромки находились строго против линии разреза. Сжимая рукоятки, разрезают лист, следя за тем, чтобы лезвия ножниц не сходились полностью, так как это приводит к разрыву металла в конце смыкания лезвий. При раскрывании ножниц лист передвигают «на себя».

При разрезании металла рычажными ножницами разрезаемый лист вставляют между ножами так, чтобы линия разметки находи-

лась точно против кромки верхнего ножа, а лист был перпендикулярен ножу. Поддерживая лист левой рукой в горизонтальном положении, правой рукой нажимают рычаг вниз, не доводя ножи до полного сжатия на 4...5 мм. Затем поднимают рычаг вверх, продвигают разрезаемый лист «на себя» и продолжают разрезание.

Перед разрезанием металла электроножницами их подключают к электросети и проверяют работу на холостом ходу. Ножницы берут правой рукой за рукоятку и подводят ножи к линии разметки; включают электродвигатель и, поддерживая лист левой рукой, выполняют разрезание по разметке.

Приемы разрезания заготовок ножовкой. Приступая к работе ножовкой, заготовку прочно закрепляют в тисках так, чтобы место разреза было как можно ближе к губкам тисков, что исключает вибрацию заготовки при разрезании. На месте разреза напильником намечают риску. Затем принимают необходимую рабочую позу (рис. 67, *а*, *б*). Рукоятку ножовки охватывают пальцами правой руки: конец рукоятки при этом должен упираться в середину ладони, а большой палец — лежать на рукоятке сверху, вдоль нее. Левой рукой берут рамку ножовки так, чтобы большой палец находился внутри рамки, а остальные охватывали барашек и натяжной винт.

Резание начинают с плоскости (с некоторым наклоном ножовки), а не с ребра, так как в последнем случае зубья полот-

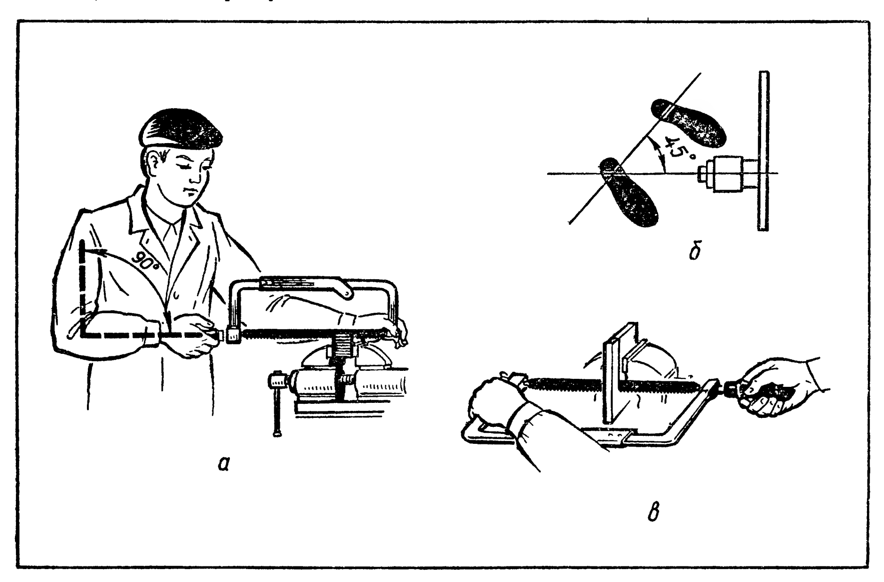


Рис. 67. Разрезание металла ножовкой:

а — положение корпуса работающего и хватка инструмента; б — положение ног; в — резание ножовкой с полотном, повернутым на 90°.

на могут выкрошиться. Перемещая ножовку от себя (рабочий ход), делают нажим, при обратном ходе ножовку слегка приподнимают, чтобы полотно не затупилось.

Практика показывает, что высокая производительность резания достигается при 40—50 двойных ходах ножовки в минуту.

Тонкие листы и медные трубки при разрезании зажимают между деревянными брусками и разрезают вместе с ними, при этом трубки не мнутся, а лист не вибрирует.

Для выполнения длинных разрезов ножовочное полотно поворачивают на 90° (рис. 67, *в*).

Приемы разрезания труб труборезом. Линию разреза размечают по всей окружности трубы. Затем закрепляют трубу в тисках или в другом приспособлении. Раздвинув ролики (диски) трубореза по диаметру трубы, надевают его на трубу. Устанавливают неподвижные ролики на линии разметки (рукоятка при этом должна быть перпендикулярна к оси трубы) и подводят подвижный ролик к поверхности трубы. Делая рукояткой трубореза движения примерно на полоборота вперед и четверть оборота назад и несколько поджимая подвижный ролик после этих движений, разрезают трубу. В конце разрезания необходимо поддерживать труборез обеими руками и следить, чтобы отрезаемая часть трубы не упала на ноги.

! **При разрезании металла нужно соблюдать следующие правила безопасности: нельзя разрезать металл ножовкой со слабо или слишком сильно натянутым полотном, так как это может привести к поломке полотна и ранению рук; оберегать руки от ранения о режущие кромки ножовки и заусенцы на металле; не сдувать опилки и не удалять их руками во избежание засорения глаз или ранения рук, пользоваться при этом щеткой-сметкой; заканчивая резание ножовкой, поддерживать отрезаемую часть заготовки, так как, падая, она может повредить ноги; при разрезании листового металла ножницами осторожно поддерживать лист левой рукой и пользоваться рукавицами, чтобы избежать порезов руки об острые кромки; при работе электроножницами строго выполнять требования электробезопасности; не загромождать рабочее место не используемыми в данное время инструментами, приспособлениями и заготовками.**

?! 1. Как разрезают заготовки ножницами? 2. Как разрезают металл ножовкой? 3. Каковы приемы разрезания труб труборезом? 4. Какие требования безопасности следует выполнять при разрезании заготовок?

Тема 6.

ОПИЛИВАНИЕ ЗАГОТОВОК

При опиливании заготовку закрепляют в тисках, при этом опиливаемая поверхность должна выступать над уровнем губок

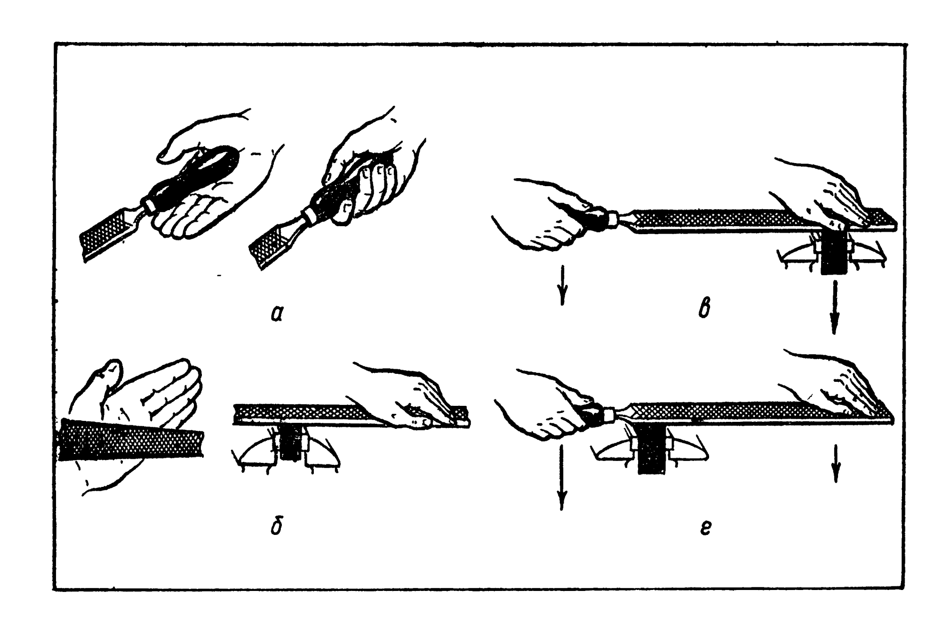


Рис. 68. Хватка напильника и балансировка в процессе опиливания:
а — хватка правой рукой; б — хватка левой рукой; в — силы нажима в начале движения; г — силы нажима в конце движения.

тисков на 8...10 мм. Чтобы предохранить заготовку от вмятин при зажиме, на губки тисков надевают нагубники из мягкого материала.

Рабочая поза при опиливании такая же, как при разрезании металла ножовкой. Правой рукой берут ручку напильника так, чтобы она упиралась в ладонь руки, четыре пальца охватывали ручку снизу, а большой палец помещался сверху (рис. 68, *а*). Ладонь левой руки накладывают почти поперек напильника на расстоянии 20...30 мм от его носка (рис. 68, *б*).

В процессе опиливания необходимо координировать усилия нажима на напильник (балансировка), т. е. постепенно увеличивать во время рабочего хода небольшой вначале нажим правой руки на ручку и одновременно уменьшать более сильный вначале нажим левой руки на носок напильника (рис. 68, *в*, *г*).

Длина напильника должна превышать размер обрабатываемой поверхности заготовки на 150...200 мм. Наиболее рациональным темпом опиливания считается 40—60 двойных ходов в минуту.

Опиливание начинается, как правило, с проверки припуска на обработку, который должен обеспечить изготовление детали по размерам, указанным на чертеже, проверив размеры заготовки, определяют базу, т. е. поверхность, относительно которой следует выдерживать размеры детали и взаимное раположение ее поверхностей.

Если степень шероховатости поверхностей на чертеже не ука-

зана, то заготовки опиливают только драчевым напильником. При необходимости получить более ровную поверхность опиливание заканчивают личным напильником.

В практике ручной обработки металлов встречаются следующие виды опиливания: опиливание плоскостей, плоских сопряженных под углом и параллельных поверхностей деталей; опиливание криволинейных (выпуклых или вогнутых) поверхностей; распиливание и припасовка поверхностей.

Опиливание плоских поверхностей. Опиливание широких плоских поверхностей наиболее сложно. Для получения правильно опиленной прямолинейной поверхности основное внимание должно быть сосредоточено на обеспечении прямолинейности движения напильника. Опиливание ведут перекрестным штрихом (с угла на угол) под углом 35...40° к боковым сторонам тисков. При опиливании по диагонали не следует выводить напильник на углы заготовки, так как при этом уменьшается площадь опоры напильника и снимается большой слой металла — образуется так называемый «завал» края обрабатываемой поверхности.

Правильность плоской поверхности проверяют лекальной линейкой «на просвет», накладывая ее вдоль, поперек и по диагонали обработанной поверхности. Поверочная линейка по длине должна перекрывать проверяемую поверхность. В случае опиливания параллельных плоских поверхностей их параллельность проверяют, измеряя расстояния между поверхностями в нескольких местах — они должны быть везде одинаковыми.

Для обработки узких плоскостей на тонких деталях применяют продольное и поперечное опиливание. При опиливании поперек заготовки напильник соприкасается с меньшей поверхностью, по ней проходит больше зубьев, что позволяет снять большой слой металла. Однако в этом случае положение напильника неустойчивое и легко «завалить» края поверхности. Кроме этого, образованию «завалов» может способствовать изгиб тонкой пластинки во время рабочего хода напильника. Продольное опиливание создает лучшую опору для напильника и исключает вибрацию пластин, но снижает производительность обработки.

Для улучшения условий опиливания узких плоских поверхностей и повышения производительности труда применяют специальные приспособления: опиловочные призмы, универсальные наметки, наметки-рамки, специальные кондукторы и др. Простейшим из них является наметка-рамка (рис. 69, *а*). Ее применение исключает образование «завалов» обрабатываемой поверхности. Лицевая сторона наметки-рамки тщательно обработана и закалена до высокой твердости.

Размеченную заготовку вставляют в рамку, слегка прижимая ее винтами к внутренней стенке; добиваются совпадения риски на заготовке с внутренним ребром рамки, после чего окончательно закрепляют винты. Затем рамку зажимают в тисках и опиливают узкую поверхность заготовки. Обработку ведут до тех пор, пока

напильник не коснется верхней плоскости рамки. Поскольку эта плоскость обработана с высокой точностью, то и опиливаемая поверхность будет точной и не потребует дополнительной проверки лекальной линейкой.

При обработке плоскостей, расположенных под углом 90°, сначала опиливают поверхность, принимаемую за базовую, добиваясь ее плоскостности, затем — поверхность, перпендикулярную базовой. Наружные углы обрабатывают плоским напильником. Контроль осуществляют внутренним углом угольника. Угольник прикладывают к базовой плоскости и, прижимая к ней, перемещают до соприкосновения с проверяемой поверхностью. Отсутствие просвета указывает, что перпендикулярность поверхностей обеспечена. Если световая щель сужается или расширяется, то угол между поверхностями больше или меньше 90°.

Внутренние углы обрабатывают следующим образом. Размечают заготовку, используя в качестве баз наружные поверхности. Они же будут базами и при контроле. Затем ножовкой вырезают лишний металл, оставляя припуск на опиливание около 0,5 мм.

Если стороны внутреннего угла должны сходиться без закругления, в нем просверливают отверстие диаметром 2...3 мм или делают неглубокий пропил под углом 45° (обработать внутренний угол без закругления внутри практически невозможно). Опиливая стороны угла, в первую очередь добиваются их плоскостности, а затем перпендикулярности. Опиливание поверхностей по внутреннему углу ведут так, чтобы ко второй поверхности было

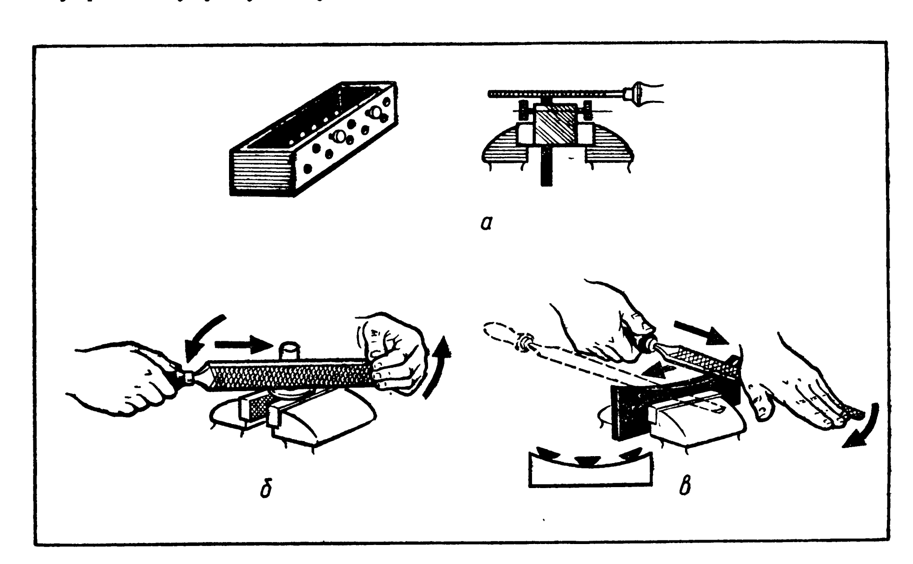


Рис. 69. Опиливание заготовок:

а — плоских поверхностей с помощью наметки-рамки; б — выпуклых поверхностей; в — вогнутых поверхностей.

обращено ребро напильника, на котором нет насечки. Правильность внутреннего угла контролируют также угольником.

Поверхности, расположенные под углом больше или меньше 90°, опиливают аналогичным образом. Наружные углы обрабатывают плоским напильником, внутренние — ромбическим, трехгранным и др. Контроль обработки ведут угломерами или специальными шаблонами.

Опиливание криволинейных поверхностей. При обработке криволинейных поверхностей, кроме обычных приемов опиливания, применяют и специальные. Выпуклые криволинейные поверхности можно обрабатывать, используя прием раскачивания напильника (рис. 69, *б*): в начале перемещения напильника его носок касается заготовки, а ручка опущена; по мере продвижения напильника носок опускается, а ручка приподнимается; во время обратного хода движения напильника противоположное. Вогнутые криволинейные поверхности в зависимости от радиуса кривизны обрабатывают круглыми или полукруглыми напильниками. Напильник совершает сложное движение — вперед и в сторону с поворотом вокруг своей оси (рис. 69, *в*).

В процессе обработки криволинейных поверхностей заготовку обычно периодически перезажимают, с тем чтобы обрабатываемый участок располагался под напильником.

При изготовлении партии деталей целесообразно изготовить специальный копир, подобный наметке-рамке, лицевая часть которого имеет форму криволинейной поверхности. В этом случае копир с закрепленной в нем заготовкой зажимают в тисках и ведут опиливание до тех пор, пока напильник не коснется закаленной поверхности копира.

Механизация опиливания. Для облегчения и повышения производительности труда при опиливании металлов к рабочим инструментам подводят механическую энергию, используя для этого привод электрической машины с гибким валом (рис. 70, *а*) или пневматические опиловочные машинки (рис. 71). Для механизации опиловочных работ применяют и стационарные опиловочно-зачистные станки (рис. 72).

При работе электрической машиной с гибким валом используют общие рабочие приемы и способы обработки, которые выполняются в определенной последовательности независимо от применяемых рабочих инструментов.

Перед пуском машины проверяют контакт заземляющего провода с корпусом машины и заземляющим устройством, исправность гибкого вала, безотказность работы выключателя и исправность машины в целом путем пробного пуска ее и работы на холостом ходу в течение 0,5...1 мин.

В зависимости от характера выполняемой операции в концевой оправке гибкого вала устанавливают и надежно закрепляют необходимый режущий инструмент.

Подготовив механизированный инструмент, надевают защит-

ные очки, включают электродвигатель и приступают к работе.

Для очистки деталей от ржавчины и краски, для грубой обдирки поверхностей применяют стальные щетки (рис. 70, *б*). Опиливание и зачистку поверхностей выполняют круглыми напильниками (рис. 70, *в*).

Во время работы оправку гибкого вала держат двумя руками. Подводят инструмент к обрабатываемой поверхности и возвратно-поступательными перемещениями вращающегося инструмента производят обработку. При обработке поверхности круглыми напильниками необходимо регулировать силу нажима на инструмент, которая зависит прежде всего от насечки: чем больше насечка, тем больше может быть сила нажима.

Приемы работы пневматической опиловочной машинкой также несложны (рис. 71). Установив напильник *1* в цанговый патрон *2*, надежно зажимают его. Открывают кран воздухопровода, нажимают пусковой крючок *8* и проверяют работу машины на холостом ходу. Удерживая правой рукой за рукоятку, левой поддерживают поршневую коробку *5* ближе к поворотной втулке *4* и направляют напильник на опиливаемую поверхность.

Управление опиловочно-зачистным станком заключается в следующем. Обрабатываемую деталь *8* устанавливают на стол *9* станка (рис. 72). Через отверстие в центре стола устанавливают напильник *7* хвостовой частью в патрон кронштейна *5*, а противоположный конец — в конусное углубление нижнего кронштейна *3*. Регулируют расстояние между кронштейнами *3* и *5* по длине напильника *7*. Закрепляют напильник вначале предварительно, а затем, проверив правильность установки угольником,— окончательно. Нажав ногой на педаль *11*, включают станок и, вручную передвигая заготовку по столу, обрабатывают ее.

Распиливание. Распиливание — разновидность опиливания — обработка отверстий различной формы и размеров, называемых проймами. Для распиливания применяют напильники различных типов и размеров в зависимости от характера проймы. Проймы с плоскими поверхностями и пазы обрабатывают плоскими напильниками, проймы малых размеров — квадратными, углы в проймах — трехгранными, ромбическими, ножовочными и др., проймы криволинейной формы — круглыми и полукруглыми. Распиливание обычно выполняют в тисках; в крупных деталях проймы обрабатывают на месте установки этих деталей.

Подготовка к распиливанию начинается с разметки проймы. Затем удаляют излишний металл из ее внутренней полости. При больших размерах проймы и небольшой толщине заготовки металл вырезают ножовкой. Для этого сверлят по углам проймы отверстия, заводят в одно из них ножовочное полотно, собирают ножовку и, отступив от разметочной линии на величину припуска на распиливание, вырезают внутреннюю полость. Пройму средних размеров просверливают по контуру сверлом диаметром 3...5 мм вблизи разметочных линий, затем крейцмейселем или зубилом

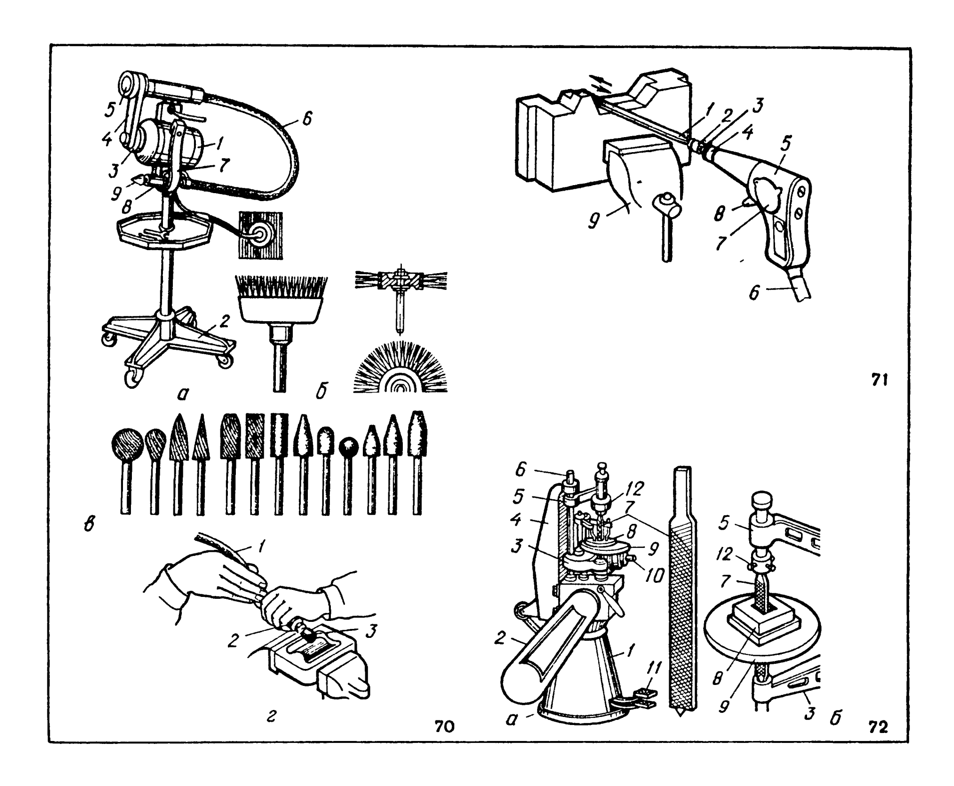


Рис. 70. Механизация опиловочных работ:

а — электрическая машина с гибким валом (*1* — электродвигатель; *2* — стойка; *3—5* — ступенчатые шкивы; *6* — гибкий вал; *7* — кронштейн; *8* — патрон; *9* — борнапильник); б — стальные щетки; в — круглые напильники; д — прием работы (*1* — гибкий вал; *2* — головка напильника; *3* — напильник).

Рис. 71. Пневматическая опиловочная машинка:

1 — напильник; *2* — цанговый патрон; *3* — поршень; *4* — поворотная втулка; *5* — поршневая коробка; *6* — шланг; *7* — турбинка (под крышкой); *8* — пусковой крючок; *9* — тиски.

Рис. 72. Опиловочно-зачистной станок:

а — общий вид; б — схема работы (*1* — станина; *2* — шкивы; *3, 5* — кронштейны; *4* — стойка; *6* — ток; *7* — напильник; *8* — обрабатываемая деталь; *9* — стол; *10, 12* — винты; *11* — педаль).

прорубают перемычки. Для подготовки к распиливанию небольших пройм часто бывает достаточно просверлить одно отверстие диаметром на 0,3...0,5 мм меньше диаметра окружности, вписанной в пройму.

Приемы распиливания аналогичны приемам опиливания. Контроль осуществляется штангенциркулем и специальными шаблонами.

Припасовка. Она заключается во взаимной с большой точностью пригонке двух деталей, сопрягающихся без зазора. При-

пасовывают как замкнутые, так и полузамкнутые контуры. Отверстие припасовываемой детали принято называть, как и при распиливании, проймой, а деталь, входящую в пройму, — вкладышем. Припасовка выполняется как окончательная операция при обработке деталей шарнирных соединений и чаще всего при изготовлении различных шаблонов.

Для припасовки используют напильники с мелкой или очень мелкой насечкой. Сначала обрабатывают заготовки для вкладыша и проймы. Размечают их, распиливают пройму и опиливают вкладыш, оставляя припуск 0,2...0,4 мм на припасовку. Первой обычно подготавливают к припасовке и припасовывают ту из сопряженных деталей, которую легче обработать и проконтролировать, с тем чтобы использовать ее для контроля при изготовлении сопряженной детали. Точность припасовки считается достаточной, если вкладыш входит в пройму без перекоса, качки и просветов.

При работе с напильником необходимо соблюдать следующие правила: применять напильники только по назначению; не обрабатывать материалы, твердость которых равна или превышает твердость напильника; предохранять даже от незначительных ударов, которые могут повредить зубья; оберегать от попадания влаги, что вызывает коррозию; периодически очищать от стружки кордовой щеткой; хранить на деревянных подставках в положении, исключающем соприкосновение напильников между собой.

Возможные виды брака при опиливании металла и их причины: неточность размеров опиленной заготовки (снятие очень большого или малого слоя металла) вследствие неточности разметки, измерительного инструмента или неправильного измерения; неплоскостность поверхности и «завалы» краев заготовки из-за неумения правильно выполнять приемы опиливания; вмятины и другие повреждения поверхности заготовки в результате неправильного ее зажима в тисках.

! **При опиливании металла ручными и механизированными инструментами следует соблюдать правила безопасности: ручки напильников должны быть прочно насажены; запрещается работать напильниками без ручек или с треснутыми, расколотыми ручками; образовавшуюся в процессе опиливания стружку следует сметать специальной щеткой, запрещается сдувать ее или смахивать голыми руками, так как можно поранить руки или засорить глаза. При работе электроинструментами необходимо соблюдать правила электробезопасности, следить за исправностью токопроводящих частей инструмента.**

?! 1. Каковы приемы опиливания плоских поверхностей? криволинейных поверхностей? 2. Какие приспособления применяют при опиливании? 3. Что такое распиливание и припасовка поверхностей и как выполняются эти операции? 4. Каковы общие правила работы с напильниками? 5. Какие виды брака возможны при опиливании и в чем их причины? 6. Какие правила безопасности надо соблюдать при опиливании заготовок?

Тема 7.
ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

Перед началом работы подготавливают и настраивают сверлильный станок. Если намечается получать и обрабатывать отверстия вручную с помощью коловорота или дрели, то проверяют исправность этих приспособлений.

Подготовка и настройка станка. Подготовка станка к работе заключается в следующем: смазка узлов в местах, указанных в паспорте станка; установка станка (стола станка) в требуемое положение по высоте и его закрепление; установка, выверка и надежное закрепление режущего инструмента в шпинделе станка; установка и закрепление обрабатываемой заготовки на столе станка; выбор режимов резания.

Режущий инструмент (сверло, зенкер, зенковку или развертку) закрепляют либо непосредственно в конусном отверстии шпинделя станка, либо с помощью уже закрепленного в шпинделе сверлильного патрона. Если хвостовик режущего инструмента или сверлильного патрона не соответствует размеру конусного отверстия шпинделя (меньше его), то используют переходную втулку.

Перед установкой в шпинделе станка хвостовик инструмента (или патрона) и конусное отверстие шпинделя тщательно протирают чистыми тряпками. Затем инструмент (или патрон) осторожно вводят хвостовиком в конусное отверстие шпинделя так, чтобы лапка хвостовика вошла плоскими сторонами в выбивное отверстие (окно шпинделя). После этого толчком вверх плотно вводят хвостовик в конусное отверстие шпинделя.

При использовании переходных втулок для крепления режущего инструмента все конические поверхности втулки, шпинделя и хвостовика вначале тщательно протирают, затем переходную втулку насаживают на хвостовик инструмента или патрона и вставляют в конусное отверстие шпинделя.

Инструмент или патрон с инструментом снимают с помощью специального плоского клина: узким концом клин вводят в выбивное отверстие (окно) шпинделя; левой рукой поддерживают режущий инструмент, чтобы он не ударился о стол станка и не затупился; правой рукой молотком слегка ударяют по другому концу клина, который при этом нажимает лапку хвостовика и выталкивает инструмент из конусного отверстия. Удаление хвостовиков режущего инструмента или патронов, вставленных в переходные втулки, производится таким же способом.

При эксплуатации инструментов для обработки отверстий необходимо учитывать следующее:

1. Недопустимы износы, забоины или грязь на поверхности хвостовика инструмента, переходной втулки или конуса шпинделя станка, а также заусенцы на лапках инструмента. При этих дефектах хвостовик инструмента неплотно прилегает к конусному

отверстию шпинделя или втулки, что приводит к биению инструмента и может вызвать его поломку.

2. Переходные втулки следует применять только при необходимости (если нет инструмента с конусом, соответствующим конусу отверстия шпинделя), причем нельзя одновременно пользоваться несколькими втулками.

3. Патрон должен прочно зажимать и точно центрировать инструмент. Если инструмент устанавливается в патроне неправильно, то его нужно вынуть и устранить неполадки в патроне или дефекты хвостовика инструмента.

4. Чем короче выдвинутая из зажимного приспособления часть режущего инструмента, тем устойчивее он в работе. В этом случае не возникает его вибрации. Если необходимо выдвинуть инструмент малого диаметра на значительную длину (например, при сверлении глубоких отверстий), вначале обеспечивают вылет его на половину требуемой длины, а уже при втором переходе — на всю длину.

5. Сверло выбирают в соответствии с заданным диаметром обрабатываемого отверстия, однако в результате некоторого биения сверла отверстие получается несколько большего диаметра. Из практики известны такие средние значения:

Диаметр сверла, мм	5	10	25	50
Диаметр полученного отверстия, мм	5,08	10,12	25,2	50,28

Устанавливать и закреплять заготовки на столе сверлильного станка можно разными способами. Это зависит от размеров, конфигурации и массы заготовки, от диаметра обрабатываемого отверстия и других факторов.

Мелкие детали при сверлении в них отверстий диаметром до 10 мм обычно закрепляют в ручных тисках или поддерживают плоскогубцами. При обработке отверстий большого диаметра заготовки нужно закреплять более надежно, например в машинных тисках. Перед установкой машинных тисков на стол станка тщательно протирают опорные плоскости стола и тисков и слегка смазывают их маслом. Затем специальными болтами, введенными в Т-образные пазы стола, закрепляют тиски. Если в заготовке сверлят отверстия малого диаметра, то сами тиски можно не крепить к столу. Заготовки, которые не помещаются между губками тисков, закрепляют прижимными планками непосредственно на столе.

Во всех случаях закрепления заготовок при обработке сквозных отверстий нужно учитывать возможность выхода режущего инструмента из отверстия в конце обработки, чтобы не повредить поверхность стола или тисков. Окончательную установку и закрепление производят лишь после того, как будут совмещены оси обрабатываемого отверстия и режущего инструмента.

После установки, выверки и закрепления инструмента и заготовки станок настраивают на требуемые режимы обработки, т. е. устанавливают рычаги и рукоятки коробки скоростей и коробки подач в такие положения, при которых значения подачи и частоты вращения шпинделя соответствуют указанным в технологической или инструкционной карте. При отсутствии технологической документации режимы обработки выбирают по специальным таблицам, а если их нет, то ориентировочно, исходя из опыта. Например, для работы сверлами из быстрорежущей стали можно пользоваться следующими данными:

Диаметр сверла, мм................	до 5	6—10	11—15	16—20	20—30
Частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$.....	1300—2000	700—1300	400—700	300—400	200—300

Здесь наблюдается некоторая закономерность: частота вращения шпинделя уменьшается при увеличении диаметра обрабатываемого отверстия.

Для твердосплавных инструментов можно брать частоты вращения шпинделя соответственно в два раза больше.

Закончив настройку, делают пробный пуск станка и, убедившись в правильности настройки, приступают к обработке.

Приемы сверления. Сверление производят по предварительной разметке с накерненными центрами отверстия или без них, используя специальные приспособления — кондукторы.

Сверление по разметке выполняют, как правило, в два приема. Устанавливая сверло в строгом соответствии с накерненным центром будущего отверстия, производят засверливание на глубину около 1/4 диаметра сверла. Убедившись по рискам размеченной окружности и получаемому отверстию, что сверло идет по центру, выполняют сверление полностью. Если сверло ушло в сторону от намеченного центра, то для исправления отверстия крейцмейселем прорубают 2—3 канавки от центра в сторону требуемого смещения сверла — они направят сверло в намеченный кернером центр. Сделав еще одно засверливание и убедившись в его правильности, доводят сверление до конца.

Кондукторы применяют для получения высокой точности расположения оси отверстия, сокращения времени на установку, выверку и закрепление заготовок. Сверление с помощью кондуктора отличается простотой. Направляющая втулка кондуктора строго устанавливает и удерживает сверло в нужном направлении. Изготовление и использование специальных кондукторов экономически оправдано при обработке достаточно больших партий заготовок, т. е. при крупносерийном и массовом производстве.

Приемы сверления как по разметке, так и с помощью кон-

дукторов имеют некоторые особенности в зависимости от характера обрабатываемых отверстий. При сверлении сквозного отверстия, когда сверло подходит к его выходу, сопротивление металла резанию значительно уменьшается; если в это время не уменьшить подачу, то сверло резко опустится, захватит большой слой металла, заклинится и может поломаться. Чтобы этого не произошло, в конце сверления подачу обязательно уменьшают.

При сверлении так называемого глухого отверстия необходимо контролировать его глубину по специальному приспособлению, имеющемуся на станке. Если такого приспособления нет, то пользуются упорной втулкой-ограничителем или делают пробные замеры глубиномером штангенциркуля. После предварительного сверления на глубину, чуть меньшую заданной, сверло выводят из отверстия, очищают отверстие от стружки и измеряют его глубину; установив, сколько еще требуется просверлить, продолжают сверление; затем снова измеряют глубину и при необходимости сверлят еще. Таким образом добиваются заданной глубины отверстия.

Для получения отверстия большого диаметра (свыше 25 мм) обычно предварительно сверлят отверстие меньшего диаметра и затем рассверливают его. Это обусловлено тем, что поперечная кромка (перемычка) сверла не режет, а сминает материал, поэтому с увеличением диаметра сверла, а следовательно, и перемычки увеличивается осевое давление и процесс резания затрудняется. При рассверливании перемычка сверла в работе не участвует и осевое усилие уменьшается. Поэтому рассверливание ведут с подачей в 1,5—2 раза большей, чем сверление в сплошном материале сверлом того же диаметра. Рассверливание применяется также для обработки отверстий, предварительно полученных отливкой или штамповкой.

Сверление неполных (по диаметру) отверстий выполняется двумя способами. По первому способу в тисках закрепляют сразу две заготовки так, чтобы их поверхности, на которых должны быть получены неполные отверстия, совпали. Затем на линии стыка заготовок размечают центры отверстий и сверлят обычными приемами. Во втором случае, если нужно просверлить неполное отверстие только в одной заготовке, вместо второй используют прокладку из такого же материала, что и заготовка.

Сверление электрической сверлильной машинкой (рис. 73) производят в следующем порядке: намечают центр будущего отверстия; устанавливают сверло в патроне или в конусном отверстии шпинделя машинки; присоединяют токоподводящий провод машинки к электросети; включают машинку и проверяют ее работу на холостом ходу, а также определяют, нет ли биения сверла, и выключают ее; устанавливают вершину сверла в керновое углубление, включают машинку и сверлят отверстие. В процессе работы необходимо следить за тем, чтобы ось сверла была перпендикулярна плоскости заготовки.

Затупившиеся сверла затачивают на заточных станках. Перед

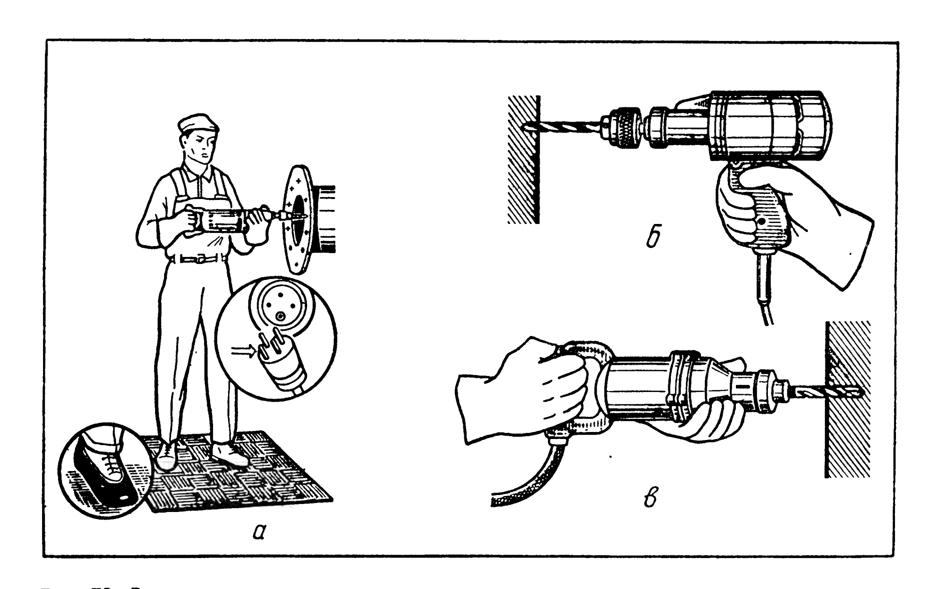


Рис. 73. Ручное сверление электрическими машинами:
а — безопасная работа; б — машинка легкого типа; в — машинка среднего типа.

затачиванием регулируют положение подручника станка так, чтобы расстояние между подручником и шлифовальным кругом было не более 2...3 мм. При работе обязательно опускают защитный экранчик или надевают защитные очки.

Приемы заточки сверл. Сверло держат левой рукой, большим и указательным пальцами, ближе к его режущей части, а правой рукой поддерживают за хвостовик. Устанавливают сверло на подручник и подводят его к периферии шлифовального круга так, чтобы режущие кромки были вверху. Покачивая и поворачивая сверло правой рукой (плавными полукруговыми движениями справа налево против часовой стрелки) и слегка прижимая его к кругу, затачивают одну за другой обе режущие кромки сверла. При этом добиваются, чтобы затачиваемые поверхности имели правильный наклон и одинаковую форму. Длина режущих кромок также должна быть одинаковой, а середина поперечной кромки (вершина) должна совпадать с осью сверла.

При заточке сверла следует снимать небольшие слои металла и не сильно нажимать сверлом на круг. В противном случае сверло может сильно нагреться и потерять твердость, полученную при закалке. Для уменьшения нагрева сверла при заточке его периодически охлаждают водой.

После заточки на режущих кромках сверла остаются неровности, которые не видны невооруженным глазом. Во время сверления это приводит к выкрашиванию режущих кромок и быстрому затуплению сверла. Поэтому после заточки рекомендуется произвести правку (доводку) режущих кромок, т. е. снять неров-

ности на шлифовальном круге с более мелкой зернистостью или на шлифовальном бруске, смазанном минеральным маслом.

Правильность углов заточки контролируют с помощью специальных шаблонов.

Зенкование, зенкерование и развертывание отверстий. По приемам работы эти операции во многом сходны со сверлением. Зенкование отверстий обычно производят после сверления. Поэтому, не снимая заготовку со стола, чтобы не нарушать соосность шпинделя станка и просверленного отверстия, заменяют сверло соответствующей (цилиндрической или конической) зенковкой и обрабатывают верхнюю часть отверстия до размеров, указанных в чертеже.

Зенкерованием обрабатывают отверстия, предварительно полученные сверлением, отливкой или штамповкой. Если отверстия получены сверлением, то для последующей обработки зенкерованием оставляют необходимый припуск (см. табл. 7 приложения 2). Режимы резания и приемы зенкерования такие же, как и при сверлении.

В целях получения качественных отверстий, имеющих малую шероховатость и высокую точность, применяют операцию развертывания. При сверлении для последующего развертывания отверстия также необходимо оставлять припуск (см. табл. 8 приложения 2).

Развертывание ручными развертками производят в следующем порядке: заготовку с предварительно просверленным отверстием закрепляют в тисках так, чтобы был свободный выход развертки снизу отверстия; рабочую часть черновой развертки соответствующего диаметра смазывают минеральным маслом; вставляют заборную часть развертки в отверстие без перекоса; надевают на хвостовик развертки вороток и, слегка нажимая одной рукой на развертку, другой вращают вороток по часовой стрелке (левые развертки вращают против часовой стрелки); при необходимости периодически извлекают развертку из отверстия для очистки ее от стружки и смазывания; заканчивают черновое развертывание, когда 3/4 рабочей части развертки выйдет из отверстия. Указанными приемами выполняют развертывание отверстия и чистовой разверткой. Правильность развертывания проверяют калибром-пробкой.

Виды брака и их причины. Рассмотрим возможные виды брака при получении и обработке отверстий вручную и на станках.

При сверлении:

диаметр отверстия больше заданного (неправильный выбор размера сверла, несимметрично заточенные режущие кромки);

ось отверстия перекошена (неправильная установка детали на столе станка или в приспособлении, неперпендикулярность стола и шпинделя станка);

грубая поверхность просверленных отверстий (тупое сверло, слишком большая подача, недостаточное охлаждение сверла).

При зенкеровании:

получение отверстия неправильной формы (увод зенкера в процессе обработки отверстия из-за несовпадения его оси с осью обрабатываемого отверстия);

диаметр отверстия больше заданного (неправильный выбор размера диаметра зенкера, биение шпинделя);

неудовлетворительная шероховатость поверхности отверстия (слишком большая подача, большой припуск на обработку, повышенный износ режущих кромок зенкера).

При развертывании:

следы дробления на поверхности отверстия (вращение развертки рывками, большой припуск на обработку, неправильное закрепление развертки);

задиры на поверхности отверстия (неправильные приемы развертывания, тупые режущие кромки, большой припуск).

! **Приступая к работе на сверлильном станке, необходимо застегнуть полы одежды и манжеты рукавов, а волосы убрать под берет или косынку.**

Обрабатываемая деталь должна быть прочно закреплена на столе станка. Нельзя допускать образования длинных, завивающихся стружек, так как они могут поранить работающего. Во избежание этого необходимо периодически выводить сверло из отверстия и очищать его.

Установку и снятие режущего инструмента и другие операции, связанные с прикосновением к движущимся частям, нужно производить только после полной остановки станка.

?! 1. Как подготавливают к работе и настраивают сверлильный станок? 2. Как производится сверление на сверлильном станке? сверлильной машинкой? 3. Как затачивают сверла? 4. Каковы особенности приемов зенкования, зенкерования и развертывания отверстий? 5. Каковы возможные виды брака при обработке отверстий и в чем их причины? 6. Какие правила безопасности надо соблюдать при обработке отверстий на станке и вручную?

Тема 8.
НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Нарезание внутренней резьбы. Для нарезания внутренней резьбы метчиком вначале готовят отверстие под резьбу. Диаметр отверстия должен быть несколько больше внутреннего и меньше наружного диаметра резьбы. Если же диаметр отверстия точно соответствует внутреннему диаметру резьбы, то материал, выдавливаемый при нарезании, давит на зубья метчика, из-за большого трения они нагреваются и к ним прилипают частицы металла. В результате резьба получается с рваными гребешками (нитка-

ми) и, кроме того, возможна поломка метчика. Вместе с тем нельзя делать отверстия под резьбу и слишком большого диаметра, так как в этом случае резьба получится неполной. На практике диаметр отверстия под резьбу определяют по формулам: $d_{отв}=d-S$ (для стали и латуни) и $d_{отв}=d-1{,}1S$ (для чугуна и бронзы), где d — наружный диаметр резьбы; S — шаг резьбы. Более точно можно подобрать сверло, пользуясь справочными таблицами.

Полученное отверстие под резьбу зенкуют на глубину 1...1,5 мм конической зенковкой с углом 90°. После подготовки отверстия подбирают комплект метчиков в соответствии с размером резьбы. Рабочую часть первого (чернового) метчика смазывают маслом и вставляют его заборной частью в отверстие так, чтобы ось метчика совпала с осью отверстия. Затем на хвостовик метчика надевают вороток. Прижимая левой рукой вороток к метчику, правой вращают вороток по ходу (направлению) резьбы до тех пор, пока метчик не врежется на несколько ниток и не займет устойчивого положения. После этого вороток берут за рукоятки обеими руками и вращают, перехватывая через каждые полоборота. Для облегчения работы и получения чистой резьбы вороток вращают вначале на один-два оборота вперед, затем на полоборота назад и т. д. Благодаря такому возвратно-вращательному движению метчика стружка ломается, получается короткой (дробленой), а процесс резания значительно облегчается. Закончив нарезание, вращением воротка в обратную сторону метчик вынимают из отверстия. Аналогичными приемами окончательно нарезают резьбу вторым (чистовым) метчиком, а если комплект метчиков состоит из трех штук, то вторым и третьим (чистовым) метчиками.

При нарезании резьбы в глухих отверстиях, в мягких и вязких металлах (медь, алюминий, бронза и др.) метчик необходимо периодически вывертывать из отверстия и очищать канавки от стружки. Глухое отверстие под резьбу нужно сверлить на глубину, несколько большую, чем длина нарезаемой части, с таким расчетом, чтобы рабочая часть метчика немного выходила за пределы нарезаемой части. Если такого запаса не будет, то резьба получится неполной.

В процессе нарезания надо следить, чтобы не было перекоса метчика. Особенно осторожно надо нарезать резьбу в мелких и глухих отверстиях.

Качество резьбы проверяют калибром-пробкой или соответствующим болтом.

Нарезание наружной резьбы. При выборе диаметра стержня под наружную резьбу руководствуются теми же соображениями, что и при выборе отверстия под внутреннюю. Резьбу хорошего качества можно получить в том случае, если диаметр стержня будет несколько меньше наружного диаметра нарезаемой резьбы. Если диаметр стержня сделать значительно меньше требуемого, то резьба получится неполной; если же диаметр будет больше,

то плашка или не будет навинчиваться на стержень, или во время нарезания ее зубья от перегрузки сломаются. Диаметр стержня под резьбу выбирают по таблицам.

При нарезании резьбы плашкой вручную заготовку закрепляют в тисках так, чтобы выступающий над уровнем губок тисков конец стержня был на 20...25 мп больше длины нарезаемой части.

Для лучшего врезания плашки на конце стержня делают фаску и смазывают его маслом. Плашку закрепляют в плашкодержателе стопорными винтами; накладывают ее на конец стержня и, нажимая головку плашкодержателя одной рукой, вращают его другой по направлению резьбы до полного врезания плашки. Причем необходимо следить за тем, чтобы она была перпендикулярна стержню: плашка должна врезаться в стержень без перекоса. Затем нарезают резьбу на заданную длину, вращая плашкодержатель по направлению резьбы на один-два оборота вперед и на полоборота назад. Закончив нарезание, обратным вращением снимают плашку со стержня. Точность резьбы проверяют резьбовым калибром или соответствующей гайкой.

Нарезание резьбы раздвижными призматическими плашками с помощью клуппов производят в следующем порядке. Заготовку закрепляют в вертикальном положении в тисках и делают на конце стержня фаску. Плашки устанавливают в клупп. Клупп надевают на конец стержня и плотно сдвигают плашки винтами. Смазав стержень и плашки маслом, клупп вращают по направлению резьбы на один-два оборота вперед и полоборота назад. Сделав первый проход до конца нарезаемой части стержня, клупп обратным вращением ставят в исходное положение на конце стержня. Снова поджимают плашки винтами и проходят резьбу вторично. Проверяя резьбу калибром или гайкой, проходы повторяют до получения резьбы нужного размера.

Нарезание резьбы вручную — малопроизводительная и трудоемкая операция. Для механизации этого процесса применяют такие ручные механизированные инструменты, как электрорезьбонарезатели, пневматические резьбонарезатели и электро- и пневмосверлилки, оснащенные специальными насадками для нарезания резьбы. По устройству они аналогичны известным механизированным инструментам для получения и обработки отверстий (рис. 74, 75).

При нарезании как внутренней, так и наружной резьбы могут возникнуть следующие виды брака: «нечистая», или «рваная», резьба (из-за отсутствия или недостаточного количества смазки, перекоса метчика или плашки, в результате того, что диаметр отверстия меньше или диаметр стержня больше требуемого); резьба неполного профиля (или диаметр отверстия больше, или диаметр стержня меньше требуемого). При несоответствии диаметра отверстия или стержня размеру нарезаемой резьбы, перекосах метчика или плашки инструмент может сломаться.

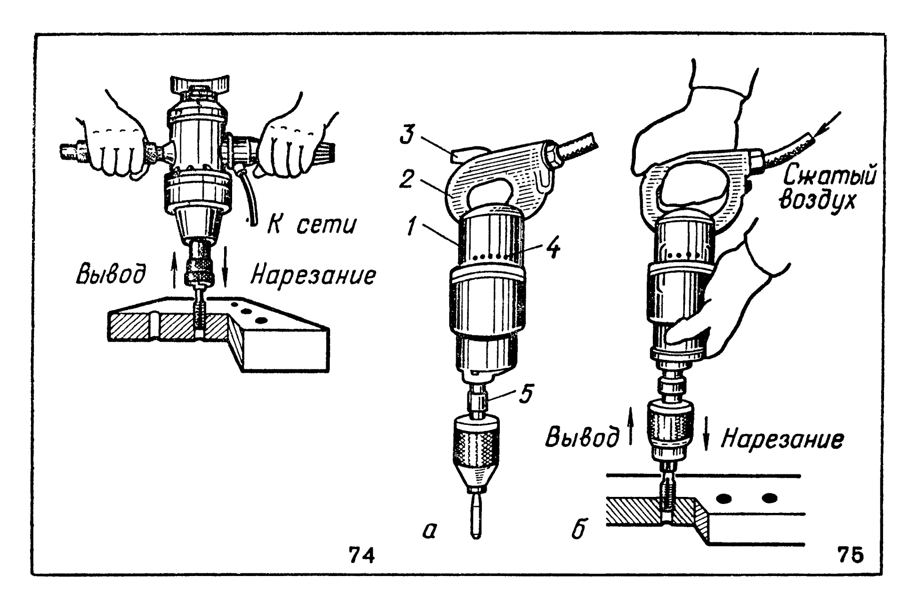


Рис. 74. Нарезание резьбы резьбонарезателем с электрическим приводом.

Рис. 75. Нарезание резьбы резьбонарезателем с пневматическим приводом:
а — общий вид (*1* — пневмодвигатель; *2* — рукоятка; *3* — курок; *4* — боковые отверстия для отработанного воздуха; *5* — шпиндель); *б* — нарезание резьбы.

! При нарезании резьбы необходимо соблюдать определенные правила безопасности. Очищая инструмент от стружки, следует пользоваться щеткой, а не смахивать ее руками, так как можно поранить руки о режущие кромки метчика или плашки. Нельзя трогать нарезанную резьбу пальцами, проверяя ее качество, во избежание ранения рук о заусенцы и рваные края резьбы.

?! 1. Каковы приемы нарезания внутренней резьбы метчиком? наружной резьбы плашкой? 2. Какие виды брака возможны при нарезании резьбы и в чем их причины? 3. Какие правила безопасности надо соблюдать при нарезании резьбы?

Тема 9.
ШАБРЕНИЕ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Заточка и заправка шаберов. Заточку шаберов выполняют на заточных станках с соблюдением известных требований безопасности.

Вначале затачивают торцовую часть шабера, а затем ведут заточку плоскости. После заточки производят заправку шабера на мелкозернистом бруске или ровной чугунной плите, покрытой жидкой пастой или микропорошком с машинным маслом.

При заточке торцовой части шабера (рис. 76, *а*) его берут правой рукой за рукоятку, а левой охватывают стержень на расстоянии 25...30 мм от режущих кромок. Опираясь плоской гранью шабера на подручник, его устанавливают перпендикулярно к периферии заточного круга. Плавным движением правой руки, не отнимая конец шабера от круга, его двигают в горизонтальной плоскости для образования на торцовой части шабера криволинейной режущей кромки.

По плоскости шабер затачивают за один прием (рис. 76, *в*). Его удерживают левой рукой, а правой совершают плавные движения, слегка прижав конец шабера к вращающемуся абразивному кругу.

Заправку (доводку) шаберов с пластинками из твердых спеченных сплавов производят на заточном круге из мелкого карбида кремния аналогичными приемами, что и заточку. Доводку шаберов на мелкозернистых брусках выполняют в следующем порядке. Поверхность бруска смазывают тонким слоем машинного масла или смачивают водой. Шабер устанавливают в вертикальное положение так, чтобы торцовая грань находилась на поверхности бруска.

Удерживая шабер в вертикальном положении за рукоятку левой рукой и слегка прижимая его к бруску, правой рукой берутся ближе к режущей части и сообщают шаберу колебательные движения по всей криволинейной торцовой поверхности (рис. 76, *г*).

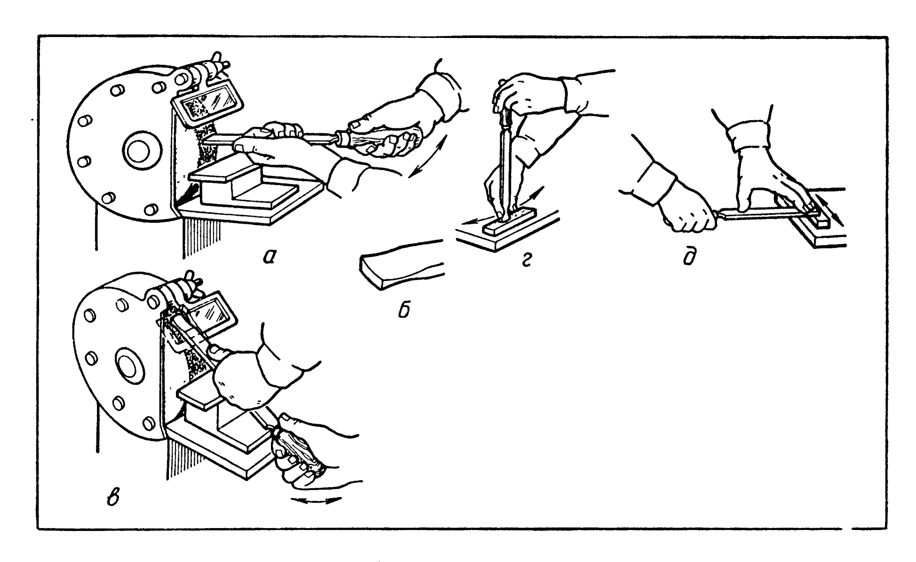


Рис. 76. Заточка и заправка шаберов:

а — заточка торцовой части шабера; б — образование криволинейной режущей кромки; в — заточка шабера по плоскости; г — доводка торцовой части шабера; д — доводка плоскости.

Заправку на плоскости производят, держа шабер правой рукой за рукоятку, двигают его вдоль режущей кромки, прижимая к бруску (рис. 76, *д*).

Подготовка поверхности к шабрению. Поверхность, подлежащую шабрению, предварительно чисто и точно обрабатывают: опиливают личным напильником, строгают или фрезеруют начисто. Припуск на шабрение составляет 0,1...0,4 мм. Затем подготавливают поверочный инструмент: поверочную плиту и, при необходимости, поверочную линейку. Поверочную плиту промывают керосином и насухо протирают. Тампоном на ее поверхность наносят краску (берлинскую лазурь, ультрамарин или сажу), разведенную маслом до пастообразного состояния. Слой краски должен быть ровным и тонким (рис. 77, *а*).

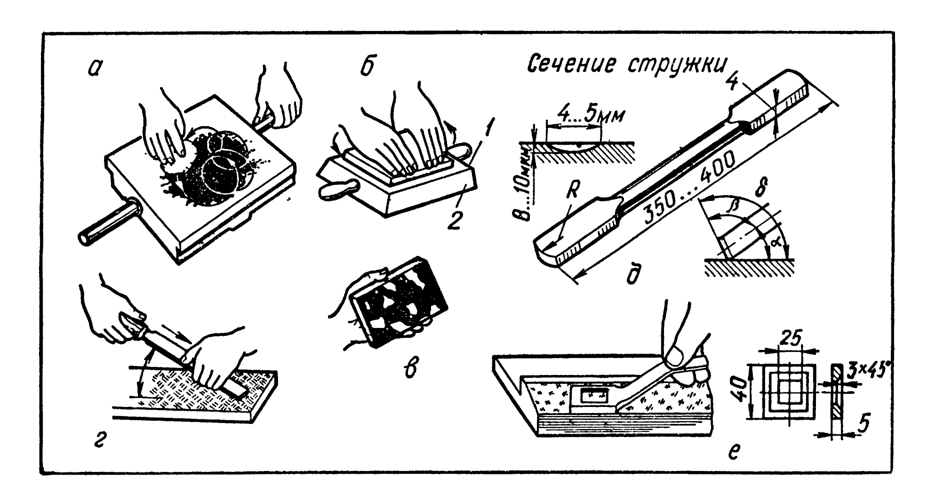
На окрашенную поверочную плиту осторожно накладывают изделие до полного соприкосновения поверхности, подлежащей шабрению, с поверхностью плиты. (Можно надвигать изделие на плиту сбоку и следить за тем, чтобы между изделием и плитой не попали посторонние частички.) С легким нажимом изделие перемещают по плите, делая несколько круговых движений (рис. 77, *б*). В результате выступающие неровности на поверхности изделия окрашиваются. Они и будут сняты при шабрении.

Шабрение плоских поверхностей. После соответствующей подготовки обрабатываемой поверхности изделия, выбора, заточки и заправки шабера приступают к шабрению.

Ввиду малой величины сил резания при шабрении заготовку закрепляют лишь для удобства ее обработки или вообще не закрепляют. Небольшие по размерам заготовки устанавливают в тисках с нагубниками так, чтобы не деформировались поверхности заготовки. Незакрепляемую заготовку устанавливают на деревянную подставку.

Шабер берут правой рукой за рукоятку так, чтобы головка ручки шабера упиралась в ладонь, большой палец был наложен вдоль оси рукоятки, а остальные пальцы охватывали рукоятку снизу. Ладонь левой руки накладывают на инструмент примерно посередине или ближе к концу, охватывая его пальцами снизу (рис. 77, *г*). Режущую кромку шабера устанавливают на ближний край какого-либо окрашенного пятна под углом 25...30° к обрабатываемой поверхности.

Рабочим ходом шабера вперед (от себя), нажимая левой рукой на шабер, соскабливают слой металла с окрашенного места. Рабочий ход шабера обычно составляет от 4...5 до 10...15 мм. В конце рабочего хода нажим на шабер ослабляют, чтобы избежать появления заусенцев. При повторном окрашивании детали заусенцы будут мешать ей плотно прилегать к поверочной плите, что затруднит последующее шабрение из-за неправильного окрашивания. После шабрения всех окрашенных мест поверхность протирают тряпкой насухо, снова окрашивают на поверочной плите и повторяют шабрение.



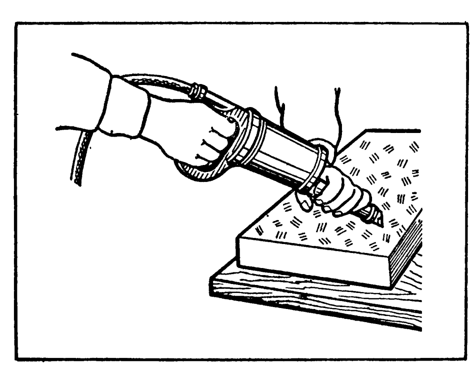


Рис. 77. Шабрение:

а — нанесение краски на поверхность поверочной плиты; б — перемещение детали по плите; в — окрашенная деталь; г — шабрение «от себя»; д — элементы шабера; е — рамка и контроль качества.

Рис. 78. Прием работы пневматическим шабером.

При каждом новом цикле шабрения рекомендуется изменять направление движения шабером, чтобы получаемые штрихи пересекались между собой, а продолговатые пятна удалялись в поперечном направлении.

Заканчивают шабрение по достижении необходимого качества поверхности, определяемого по числу пятен в квадрате 25·25 мм обрабатываемой поверхности (рис. 77, *е*).

Шабрение механическими шаберами. При выполнении слесарных и слесарно-сборочных работ шабрение является одной из трудоемких операций. Поэтому для ее выполнения используют механические (пневматические и электрические) шаберы. Приемы работы пневматическими и электрическими шаберами практически не отличаются друг от друга.

Подготовку поверхности изделия к шабрению осуществляют так же, как и при шабрении ручным шабером.

Шабер устанавливают в рабочее положение так, чтобы правая рука держала его за рукоятку, а левая — за передний выступ корпуса (рис. 78). Ось шабера должна быть расположена под углом 30...40° к обрабатываемой поверхности.

Включают привод и с небольшим нажимом левой руки поочередно шабрят окрашенные места, уменьшая нажим в конце шабрения каждого пятна. Сняв на обрабатываемой поверхности все пятна, поверхность снова окрашивают и процесс шабрения окрашенных мест повторяют. Шабрение заканчивают после достижения необходимого качества поверхности.

! При выполнении операции шабрения необходимо соблюдать требования безопасности труда. Шаберы не должны иметь трещин и отколов, их рукоятки должны быть чистыми и гладкими. Для предохранения рук от пореза режущей кромкой второй конец двусторонних шаберов необходимо закрывать специальным футляром.

Во время шабрения следует удалять металлическую пыль или стружку специальной щеткой.

Работая механизированными шаберами, необходимо изучить инструкцию по пользованию ими и строго соблюдать указанные там правила техники безопасности.

Необходимо бережно относиться к контрольно-проверочному инструменту, применяемому при шабрении. Поверхности поверочных плит и линеек должны быть всегда чистыми, их следует оберегать от механических повреждений (забоин, вмятин), попадания на их контрольные плоскости грязи, стружки, а также влаги, что может вызвать коррозию. (Для увеличения срока службы поверочной плиты в работе надо пользоваться всей ее контрольной поверхностью.)

После окончания работы поверочную плиту и линейки следует промыть керосином, вытереть сухой чистой тряпкой, смазать машинным маслом и положить в футляр.

?! 1. Как осуществляется заточка и заправка (доводка) шаберов? 2. Как производится подготовка поверхности заготовки к шабрению? 3. Как выполняется шабрение плоских поверхностей? 4. Какие требования безопасности труда необходимо соблюдать при шабрении?

Тема 10.

ПРИТИРКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Притирка — операция окончательной обработки поверхности детали. Для выполнения завершающей операции поверхность детали должна быть тщательно подготовлена: отшлифована, пришабрена или опилена личным напильником; на ее поверхности не должно быть царапин, забоин и т. д. Припуск на обработку должен составлять 0,01...0,02 мм.

Форма и размеры притира должны соответствовать форме и размерам обрабатываемых поверхностей деталей.

Для притирки очень важно правильно выбрать условия и режим обработки. Чем точнее должна быть обработана поверхность, тем меньшим должен быть размер зерен абразива и более

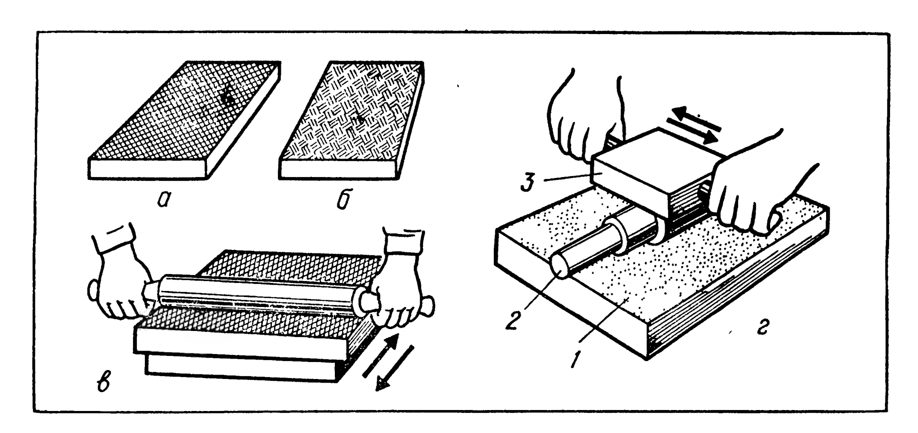


Рис. 79. Притирка:

а — плоский притир с канавками; б — плоский притир без канавок; в — шаржирование плоского притира; г — шаржирование круглого притира.

жидкой смазка. Например, для черновой притирки применяют шлиф-порошок 5—4 и микропорошки М40—М20, для окончательной — микропорошки М5—М3.

При притирке закрепленными абразивными зернами поверхность притира предварительно шаржируют (рис. 79). Суть шаржирования состоит в том, что в поверхность притира вдавливают абразивные зерна. Вдавливание зерен производят деталью более твердой, чем притир.

Перед шаржированием поверхность притира предварительно промывают керосином и начисто протирают. Затем на нее наносят полужидкую массу абразивных зерен и смазки. По плоскому притиру с легким нажимом прокатывают стальной закаленный валик (рис. 79, *в*). Если шаржируется круглый притир, то притирочную массу наносят на две стальные закаленные плиты и шаржир прокатывают между ними (рис. 79, *г*). После шаржирования, когда абразивные зерна вдавлены в поверхность притира, избыточную притирочную массу убирают.

При притирке полузакрепленными абразивными зернами поверхность притира предварительно не шаржируют. Притир слегка смазывают притирочной массой и начинают работать. В этом случае часть зерен в процессе притирки будет шаржироваться в притир, а часть — находиться в незакрепленном состоянии.

Скорость относительного движения притира и заготовки зависит от конкретных условий обработки.

Предварительную (черновую) механизированную и механическую притирку осуществляют со скоростью 0,83...1,66 м/с, окончательную — 0,17...0,34 м/с. Если обработка ведется шаржированными притирами, то скорость обработки уменьшают до 0,083...0,12 м/с. Скорость ручной притирки должна составлять: для черновой обработки 0,58...0,67 м/с, для окончательной — 0,3...0,5 м/с.

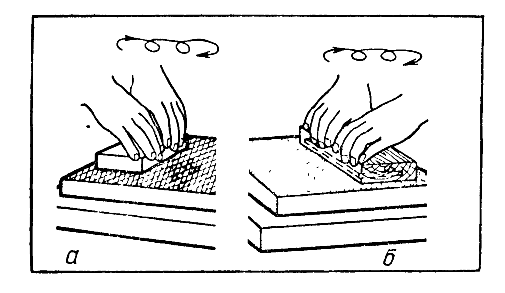


Рис. 80. Притирка плоских поверхностей:

а — предварительная; б — окончательная.

Скорость относительного движения при притирке ограничена условиями обработки. Особое внимание следует уделять величине усилия, с которым деталь прижимается к притиру (или наоборот). При черновой обработке оно должно составлять примерно 0,15... 0,20 мПа. При чистовой обработке нажим значительно уменьшают с учетом физико-механических свойств обрабатываемого материала.

Притирку выполняют следующими приемами. На подготовленный к работе притир осторожно устанавливают изделие. Затем круговыми движениями с необходимым нажимом его перемещают по поверхности притира (рис. 80).

При значительных размерах изделия притир накладывают на изделие и движения совершают притиром по поверхности изделия. После 10—30 проходов (в зависимости от конкретного варианта обработки) процесс притирки прерывают и с притира убирают притирочную массу. Затем цикл обработки повторяют, т. е. снова шаржируют притир или просто наносят на него притирочную массу и продолжают обработку.

После черновой обработки переходят к чистовой, изменяя зернистость абразива (сорт пасты) и другие условия обработки.

В процессе притирки после окончания отдельных циклов обработки и по ее завершении контролируют качество обработанной поверхности. Плоскостность при притирке проверяют лекальными линейками. Это обеспечивает контроль точности до 0,002 мм. Параллельность плоскостей проверяют микрометром, индикатором, другими измерительными приборами. Линейные размеры контролируют микрометрическими и другими инструментами. Получение заданного профиля обычно проверяют шаблонами.

! Выполнение операции притирки требует соблюдения определенных мер безопасности труда. Необходимо пользоваться защитными устройствами для отсасывания абразивной пыли. Осторожно обращаться с пастами, так как они содержат кислоты. Надежно устанавливать и закреплять притиры в процессе работы, так как тяжелые притиры могут упасть с верстака и вызвать ушибы.

?! 1. Как должна быть подготовлена поверхность заготовки под притирку?

2. В зависимости от чего выбирают притир, абразивные материалы и смазку при

притирке? 3. Как производится шаржирование притиров? 4. Как выполняется притирка поверхностей заготовок? 5. Какие меры безопасности следует соблюдать при притирке?

Тема 11.

РАЗБОРКА И СБОРКА РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В общем случае процессы разборки и сборки сводятся к выполнению следующих работ:

подготовка механизма, приспособления или другой сборочной единицы к разборке (осмотр, ознакомление с устройством, составление кинематической схемы, запоминание и нанесение пометок на местах расположения деталей);

разборка, укладка деталей по строго определенным местам;

дефектовка деталей (выявление неисправностей) и определение непригодности к дальнейшему использованию;

исправление и подгонка деталей или замена непригодных новыми;

сборка технического устройства в последовательности, обратной разборке;

проверка действия сборочной единицы и ее регулировка.

Наиболее распространены такие операции, как разборка и сборка резьбовых соединений, снятие и установка на валах и осях деталей вращательного движения (шкивов, зубчатых колес и т. д.), закрепление их с помощью шпоночных и шлицевых соединений.

Резьбовые соединения при разборке часто оказываются ржавыми и забитыми. В этом случае необходимо смочить резьбовые детали керосином, исправить напильником слабые витки резьбы. Помятые грани гаек и болтов опиливают до меньшего размера.

Болты и гайки нужно отвинчивать и завинчивать не прилагая чрезмерных усилий, иначе можно сорвать резьбу или помять рабочие грани гайки или головки винта. При закреплении гаек, болтов и винтов длина рукоятки ключа не должна превышать $15D$, где D — диаметр резьбы в миллиметрах. Такая длина обеспечивает нормальную затяжку и исключает возможные срывы резьбы.

Для вывинчивания шпилек применяют две гайки: после затяжки верхней гайки шпильку вывинчивают, поворачивая нижнюю. При вывинчивании винтов с испорченными шлицами резьбовое соединение смазывают керосином, а затем прорезают новые шлицы или углубляют старые.

Собирая резьбовое соединение, сначала завинчивают гайку или винт без ключа до соприкосновения их опорной поверхности с закрепляемой деталью, а затем — ключом до отказа. В случае закрепления деталей несколькими болтами нужно стремиться

к тому, чтобы все болты были затянуты равномерно и с одинаковой силой; в противном случае менее прочная из соединяемых деталей может покоробиться. Поэтому рекомендуется завинчивать болты (винты, шпильки) в три приема: сначала завернуть все гайки до соприкосновения с шайбами, затем подтянуть с небольшим усилием и наконец затянуть их равномерно до отказа.

Если детали скрепляются несколькими болтами (винтами, шпильками), то их затягивают попарно, а расположение пары выбирают так, чтобы они находились на одной прямой, проходящей через центр скрепляемых деталей.

При сборке резьбовых соединений необходимо выполнять следующие технические требования:

болты и гайки нужно подбирать так, чтобы их головки были одинакового размера;

резьбовые концы болтов и шпилек должны выступать из гайки не более чем на 2—3 нитки и иметь правильную форму;

шайбы под болты и гайки одинакового размера должны также иметь одинаковые диаметр и толщину.

Шпоночные, шлицевые соединения отличаются простотой и удобством их сборки и разборки.

Клиновые шпонки при установке туго загоняют в пазы соединяемых деталей, а призматические и сегментные закладывают относительно свободно. Но в последнем случае нужно иметь в виду, что шпонки во время работы подвергаются смятию, результатом которого может быть ослабление их посадки в шпоночных пазах, качка и смещение втулки на валу. Для предупреждения этого нужно, чтобы шпонки плотно прилегали к боковым сторонам шпоночных пазов.

При сборке шлицевых соединений, как правило, не должно быть никаких слесарно-пригоночных операций, потому что после механической обработки деталей этих соединений обеспечивается полная их совместимость. Подвижные шлицевые соединения собирают вручную, а затем проверяют на биение и люфт (качку).

! Во время выполнения слесарно-сборочных операций необходимо соблюдать правила безопасности. Пользоваться можно только исправными и соответствующими назначению инструментами. Запрещается применять гаечные ключи, размер зева которых не соответствует размерам гаек или головок болтов. Завинчивать и отвинчивать гайки следует так, чтобы ключ двигался «на себя», а не «от себя». При этом запрещается бить молотком по ключу или наращивать его другим ключом.

Прикладывая определенные усилия в процессе выполнения слесарно-сборочных операций, нужно всегда учитывать размеры и прочность деталей. Нарушение этих требований, не говоря о порче деталей, может привести к несчастным случаям — ранениям, ушибам и другим травмам.

?! 1. Назовите перечень основных работ, которые, как правило, выполняются при разборке и сборке технического устройства. 2. Каковы приемы разборки и сборки резьбовых соединений? 3. Каковы особенности сборки шпоночных и шлицевых соединений? 4. Какие правила безопасности надо соблюдать при сборке и разборке изделий?

Тема 12.

СБОРКА НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сборка соединений с гарантированным натягом (запрессовка). Подлежащие соединению детали тщательно осматривают, проверяют, чтобы со стороны запрессовываемого конца не было заостренных кромок, забоин, царапин и других дефектов. Годные детали промывают, запрессовываемый конец смазывают маслом, чтобы уменьшить трение при запрессовке.

В зависимости от требуемого усилия запрессовка производится вручную молотком или с помощью механизированных приспособлений. Вручную запрессовывают небольшие детали. При этом пользуются медными или свинцовыми молотками, а также молотками из твердых пород древесины. Допускается применение стальных молотков, но при условии нанесения ими ударов через мягкую прокладку.

При запрессовке деталей сначала наносят легкие удары, пока деталь не войдет в отверстие; убедившись, что она вошла в отверстие без перекосов, увеличивают силу удара; заканчивают запрессовку резким ударом, чтобы деталь плотно села на место.

Детали с гарантированным натягом можно соединять, нагревая охватывающую деталь или охлаждая охватываемую. Этот способ основан на явлении теплового расширения тел. Соединения, выполненные таким способом, оказываются более прочными. Это объясняется тем, что неровности сопрягаемых поверхностей не сглаживаются, а как бы сцепляются, увеличивая прочность соединения.

Нагрев производится в кипящей воде или в масле с температурой 110...120 °С в нагревательных печах или горнах, газовыми горелками или электрическим током. Охлаждают детали в жидком воздухе, в жидком кислороде или сжиженном азоте, а также в твердой углекислоте (сухом льде). При охлаждении указанными жидкостями достигается разность температур 200...215 °С, а твердой углекислотой — до 100 °С.

Сборка деталей с применением нагрева или охлаждения требует строгого соблюдения правил безопасности. Необходимо очень осторожно обращаться с нагревательными и охлаждающими устройствами. Особую опасность представляет работа, связанная с использованием сжиженных газов. Рабочих, выполняющих эти операции, обязательно предварительно инструктируют по вопросам безопасности труда.

Соединение деталей с помощью заклепок (рис. 81). При ручной клепке применяют слесарные молотки, поддержки, обжимки, натяжки и чеканы.

Поддержка является опорой заклепки при образовании замыкающей головки и должна быть в 3...5 раз массивнее молотка. Обжимка служит для придания замыкающей головке необходимой формы. Натяжка выполняется в виде бородка с отверстием на конце. Ее используют для осаживания (плотной подгонки) деталей соединения. Чекан представляет собой зубило с плоской рабочей поверхностью и служит для обжатия (подчеканки) замыкающей головки. Это делается для обеспечения герметичности соединения.

При механизированном производстве клепку выполняют пневматическими клепальными молотками.

Заклепочное соединение выполняют в следующем порядке. Вначале определяют тип и размеры (диаметр и длину) заклепок. Длину стержня заклепки выбирают в зависимости от суммарной толщины склепываемых деталей и с учетом того, что на образование замыкающей головки должна остаться часть стержня длиной, равной 0,8...1,2d, где d — диаметр заклепки. Поверхности деталей подгоняют друг к другу в месте соединения. Размечают заклепочный шов (центры будущих отверстий под заклепки), соблюдая шаг между заклепками (t) и расстояние от центра заклепки до кромки детали (a): для однорядного шва $t=3d$, $a=1{,}5d$; для двухрядного $t=4d$, $a=1{,}5d$.

Далее по специальным таблицам выбирают диаметр сверла, соответствующий диаметру заклепки. Детали, подлежащие склепыванию, совмещают и сжимают их ручными тисками или струбцинами. В обеих деталях одновременно просверливают по разметке отверстия под заклепки. Под потайные головки заклепок полученные отверстия зенкуют на глубину, равную 0,8 диаметра заклепки; под полукруглые головки в отверстиях снимают фаски на глубину 1,0...1,5 мм. Затем вставляют заклепку стержнем в отверстие и кладут закладной головкой на поддержку и с помощью натяжки плотно сжимают соединяемые детали. Ударяя молотком по свободному концу заклепки, образуют замыкающую головку и, пользуясь обжимкой, окончательно формируют ее. Аналогичными приемами устанавливают все остальные заклепки шва. Чтобы придать заклепочному шву бóльшую плотность, замыкающие головки заклепок подчеканивают чеканом.

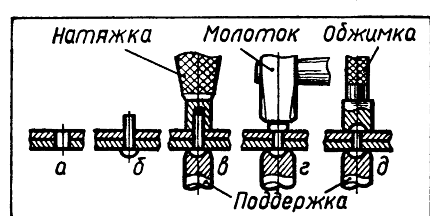


Рис. 81. Схема ручной клепки:

а — просверлить отверстие; б — вставить заклепку; в — прижать листы; г — осадить стержень молотком; д — расклепать стержень обжимкой, оформив полукруглую головку.

Рассмотрим возможные виды брака при клепке и их причины:

смещение оси головок заклепки (косо просверлено отверстие);

изгиб замыкающей головки (слишком длинный стержень или несовпадение осей заклепки и поддержки);

мала замыкающая головка (недостаточная длина стержня заклепки);

неплотное прилегание замыкающей головки (неплотная посадка закладной головки при клепке).

! **Выполняя процесс клепки, следует соблюдать общие правила безопасности (на рабочем месте должны находиться только те инструменты и приспособления, которые необходимы в данное время; работать можно только исправным инструментом и т. д.).**

?! 1. Как производится сборка соединений с гарантированным натягом? 2. Почему прочность соединения с натягом выше при его сборке с применением нагрева или охлаждения одной из соединяемых деталей? 3. Какие инструменты применяют при соединении деталей заклепками? 4. В какой последовательности осуществляется процесс клепки? 5. Какой брак возможен при клепке и в чем его причины? 6. Какие правила безопасности следует соблюдать при сборке неразъемных соединений?

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. **СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

В процессе изучения теоретических сведений, при выполнении учебных практических работ, связанных с профессией слесаря, и в производительном труде возникает потребность в различного рода справочных данных. В настоящей части пособия приведены только самые необходимые справочные сведения. Они сгруппированы в двух приложениях: 1) сведения об объектах и орудиях труда слесаря и 2) сведения о технологии обработки материалов и выполнения слесарных работ.

Для получения справочных данных, не нашедших отражения в данном пособии, следует обращаться к специальным справочникам слесаря и других смежных рабочих профессий.

Приложение 1.

СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТАХ И ОРУДИЯХ ТРУДА СЛЕСАРЯ

1. Маркировка конструкционных сталей окраской

Марка или группа сталей	Цвет краски	Марка или группа сталей	Цвет краски
Сталь обыкновенного качества		*Сталь легированная*	
Ст0	Красный и зеленый	Хромистая	Зеленый и желтый
Ст1	Белый и черный	Хромомолибденовая	Зеленый и фиолетовый
Ст2	Желтый	Хромованадиевая	Зеленый и черный
Ст3	Красный	Марганцовистая	Коричневый и синий
Ст4	Черный	Хромомарганцовая	Синий и черный
Ст5	Зеленый	Хромокремнистая	Синий и красный
Сталь углеродистая качественная			
08; 10; 15; 20	Белый	Хромокремнемарганцовая	Красный и фиолетовый
		Никельмолибденовая	Желтый и фиолетовый
25; 30; 35; 40	Белый и желтый	Хромоникелевая	Желтый и черный
45; 50; 55; 60	Белый и коричневый	Хромоникельмолибденовая	Фиолетовый и черный
		Хромоалюминиевая	Алюминиевый

2. Маркировка и применение сталей и твердых спеченных сплавов

Стали и твердые сплавы	Марка	Применение	Что обозначают	
			цифры	буквы
Стали: Конструкционная углеродистая обыкновенного качества	Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6	Строительные конструкции, крепежные детали, листовой прокат, заклепки, трубы, арматура, проволока	Порядковый номер марки стали	Ст — сталь обыкновенного качества
Конструкционная углеродистая качественная	20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 60Г, 65Г, 70Г и др.	Шатуны, шпиндели, зубчатые колеса, валы, оси и т. п.	Содержание углерода в сотых долях процента	Г — повышенное содержание марганца (в среднем 1%)
Конструкционная легированная	15Х, 20Х, 38ХА, 40Х, 45Х, 15Г, 10Г2, 40ХФА, 18ХГ, 18ХГТ, 30ХГТ и др.	Валы, кулачки, зубчатые колеса, болты, шпильки, рессоры, пружины, пальцы, втулки, шестерни	Первые две цифры — содержание углерода в сотых долях процента; цифры после буквы — содержание элемента в процентах (если цифры нет — около 1%)	Легирующие элементы: Х — хром, Д — медь, Е — селен, Н — никель, Р — бор, П — фосфор, Г — марганец, В — вольфрам, С — кремний, Ф — ванадий, М — молибден, Ю — алюминий, Т — титан, Ц — цирконий, Б — ниобий, А (в конце марки) — высококачественная
Инструментальная углеродистая	У10, У11, У12, У13, У10А, У11А, У12А, У13А	Зубила, молотки, ножи, ножницы по металлу, отвертки, ножовочные полотна, напильники, шаберы	Содержание углерода в десятых долях процента	У — углеродистая инструментальная, А (в конце марки) — высококачественная

Продолжение

Стали и твердые сплавы	Марка	Применение	Что обозначают	
			цифры	буквы
Инструментальная легированная	9ХС, ХВСГ, ХВ5, 11ХВ и др.	Фрезы, зенкеры, развертки, напильники	Цифра впереди — содержание углерода в десятых долях процента (если цифры нет — примерно 1%); цифры после буквы — содержание легирующего элемента в процентах	Легирующие элементы: Х — хром, С — кремний, В — вольфрам, Г — марганец, Ф — ванадий, М — молибден
Быстрорежущая	Р12, Р6М5, Р6М5К5, Р12Ф2К8М3, Р12Ф3 и др.	Резцы, фрезы, долбяки, протяжки	Цифры после буквы Р — содержание вольфрама в процентах; цифры после других букв — содержание других элементов	Р — быстрорежущая сталь, К — кобальт, Ф — ванадий, М — молибден
Инструментальные твердые спеченные сплавы	ВК3, ВК4, ВК6, ВК8	Режущий инструмент для обработки чугуна, цветных металлов	Цифры после второй буквы — процент содержания кобальта (остальное составляет карбид вольфрама)	В — карбид вольфрама, К — кобальт
	Т5К10, Т15К6, Т30К4, ТТ7К12	Режущий инструмент для обработки стали	Цифры после первой буквы — процент содержания карбида титана, цифры после второй буквы — процент содержания кобальта (остальное составляет карбид вольфрама)	Т — карбид титана, ТТ — тантал

3. Соответствие между толщиной образца, диаметром шарика и нагрузкой при определении твердости по Бринеллю

Минимальная твердость *HB*	Минимальная толщина образца, мм	Диаметр шарика, мм	Нагрузка, Н	Минимальная толщина образца, мм	Диаметр шарика, мм	Нагрузка, Н	Минимальная толщина образца, мм	Диаметр шарика, мм	Нагрузка, Н
8 10 15 20 30	10,0 8,0 5,3 4,0 2,7		2500						
40 50 60 70 80 90 100 120 140	8,0 6,4 5,3 4,6 4,0 3,5 3,2 2,7 2,3	10	10 000	4,0 3,2 2,7 2,3 2,0 1,8 1,6 1,3 1,1	5	2500			
160 180 200 250 300 350 400 450	6,0 5,3 4,8 3,8 3,2 2,7 2,4 2,1		30 000	3,0 2,7 2,4 1,9 1,6 1,4 1,2 1,1	5	10 000	1,5 1,3 1,2 1,0 0,8 0,7 0,6 0,5	2,5	1875

Примечание. Металлы с $HB > 450$ этим методом не испытывают из-за сильного искажения результатов.

4. Технические характеристики вертикально-сверлильных станков

Показатель характеристики	Модель станка					
	2А125	2Н125	2А135	2Н135	2А150	2Н150
Диаметр просверливаемого отверстия, мм	25	25	35	35	50	50
Вылет шпинделя оси, мм	250	250	300	300	350	350
Расстояние от торца шпинделя до рабочего стола, мм	700	700	750	750	800	800
Конус Морзе шпинделя	№ 3	№ 3	№ 4	№ 4	№ 5	№ 5
Ход шпинделя, мм	175	200	225	250	300	300
Частота вращения шпинделя, мин.$^{-1}$	97...1360	45...2000	68...1100	31,5...1400	32...1400	22,5...1000
Подача шпинделя, мм/об.	0,1...0,21	0,1...1,6	0,115...1,6	0,1...1,6	0,12...2,64	0,05...2
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	2,2	4,5	4,0	7,0	7,5
Габаритные размеры, мм:						
длина	980	1075	1240	1175	1550	1280
ширина	825	685	810	770	970	805
высота	2300	2303	2565	2610	2865	2960
Масса, кг	927	870	1528	1250	2255	1850

Приложение 2.

СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ И ВЫПОЛНЕНИЯ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

5. Окрашивание размечаемых поверхностей

Материал для окраски	Размечаемая поверхность	Способ нанесения	Примечание
Мел, разведенный в воде до молокообразного состояния, сиккатив (для быстрого высыхания), столярный клей (50 г на 1 л воды)	Необработанные поверхности отливок и поковок	Кисточкой	Развести клей, затем прокипятить вместе с мелом
Кусковой мел	Необработанные поверхности в неответственных случаях	Натиранием	
Медный купорос (2—3 чайные ложки купороса на стакан воды)	Обработанные поверхности (сталь, чугун)	Кисточкой или натиранием смоченной поверхности куском купороса	В результате химического взаимодействия на поверхности детали откладывается слой меди. **Раствор купороса ядовит!**
Быстросохнущие краски и лаки	Большие обработанные стальные и чугунные поверхности, алюминиевые отливки	Кисточкой	
Не окрашиваются	Цветные металлы, горячекатный листовой и профильный стальной прокат		

6. Минимально допустимые радиусы гибки листового металла

Толщина, мм	Радиус, мм				
	Сталь	Дюралюминий	Алюминий	Медь	Латунь
0,2	—	—	—	0,2	0,2
0,3	0,5	1,0	0,5	0,3	0,4
0,4	0,5	1,5	0,5	0,4	0,5
0,5	0,6	1,5	0,5	0,5	0,5
0,6	0,8	1,8	0,6	0,6	0,6
0,8	1,0	2,4	1,0	0,8	0,8
1,0	1,2	3,0	1,0	1,0	1,0
1,2	1,5	3,6	1,2	1,0	1,2
1,5	1,8	4,5	1,5	1,5	1,5
2,0	2,5	6,5	2,0	1,5	2,0
2,5	3,5	9,0	2,5	2,0	2,5
3,0	5,5	11,0	3,0	2,5	3,5
4,0	9,0	16,0	4,0	3,5	4,5
5,0	13,0	19,5	5,5	4,0	5,5
6,0	15,5	22,0	6,5	5,0	6,5

7. Припуски на зенкерование

Диаметр отверстия, мм	5...24	25...35	36...45	46...55	56...65	66...75
Припуск, мм	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

8. Припуски на развертывание

Диаметр отверстия, мм	3...6	6...18	18...30	30...50
Припуск, мм	0,2	0,3	0,4	0,5

9. Режимы резания при сверлении сверлами из быстрорежущей стали

Диаметр сверла, мм	Обрабатываемый материал			
	Сталь $\sigma_в = 750$ МПа		Серый чугун, *НВ* 190	
	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин
5...10	0,05...0,15	50...30	0,10...0,20	45...30
10...15	0,10...0,20	40...25	0,15...0,35	35...25
15...20	0,15...0,30	35...23	0,30...0,55	27...21
20...25	0,20...0,35	30...20	0,40...0,70	24...20
25...30	0,25...0,50	25...18	0,50...0,90	23...18

Примечания. 1. Сверление стали выполняют с охлаждением.

2. С увеличением или уменьшением твердости (прочности) обрабатываемого материала табличные скорости резания необходимо соответственно уменьшить или увеличить, но не более чем на 30%.

3. При глубине отверстия свыше трех его диаметров подачу уменьшают на 10...30%, а скорость резания — на 20...50%.

4. При работе твердосплавными сверлами скорости резания увеличивают в 2...3 раза.

10. Режимы резания при рассверливании отверстий сверлами из быстрорежущей стали

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Обрабатываемый материал			
	Сталь, $\sigma_в = 750$ МПа		Чугун серый, *НВ* 190	
	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин
25	0,2 0,3 0,4	35...40 30...32 26...28	0,2 0,3 0,5	38...40 32...33 27...28
30	0,3 0,4 0,6	30...34 25...29 21...24	0,3 0,4 0,6	34...37 30...32 25...27
40	0,3 0,4 0,6	27...32 24...28 19...23	0,3 0,4 0,7	31...34 28...30 23...26
50	0,3 0,4 0,6	26...29 23...25 19...20	0,3 0,5 0,7	30...31 25...26 21...22

11. Режим резания при зенкеровании отверстий зенкерами из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал											
Сталь углеродистая, $\sigma_в = 750$ МПа						Чугун серый, *НВ* 190					
Подача, мм/об	Диаметр зенкера, мм					Подача, мм/об	Диаметр зенкера, мм				
	15	20	30	40	50		15	20	30	40	50
	Припуск на сторону, мм						Припуск на сторону, мм				
	0,5	0,5	0,75	1,0	1,5		0,5	0,5	0,75	1,0	1,5
	Скорость резания, м/мин						Скорость резания, м/мин				
0,2...0,3	38	—	—	—	—	0,4—0,6	30	27	—	—	—
0,4...0,5	29	28	23	—	—	0,7—0,8	25	24	—	—	—
0,6...0,7	24	23	20	16	—	1,0—1,2	21	22	21	18	17
0,8...0,9	—	20	18	14	13	1,4—1,6	—	20	18	16	15
1,2...1,4	—	—	14	13	11	1,8—2,0	—	—	16	15	14

Примечания. 1. Зенкерование стали выполняют с охлаждением.

2. С увеличением или уменьшением твердости (прочности) обрабатываемого материала табличные скорости резания соответственно уменьшают или увеличивают, но не более чем на 30%.

3. При зенкеровании по корке скорость резания уменьшают на 20%.

4. При работе твердосплавными зенкерами скорость резания увеличивают в 2...3 раза.

12. Диаметр сверл для сверления отверстий под нарезание дюймовых и трубных резьб

Резьба дюймовая крепежная			Резьба трубная	
Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр сверла при обработке, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр сверла, мм
	чугуна и бронзы	стали и латуни		
1/4	5,0	5,1	1/8	8,9
5/16	6,4	6,5	1/4	11,9
3/8	7,8	8,0	3/8	15,8
1/2	10,3	10,5	1/2	19,0
5/8	13,3	13,5	3/4	24,3
3/4	16,2	16,5	1	30,5
7/8	19,0	19,5	$1\frac{1}{4}$	39,2
1	21,8	22,3	$1\frac{3}{8}$	41,6
$1\frac{1}{8}$	24,6	25,0	$1\frac{1}{2}$	45,0
$1\frac{1}{4}$	27,6	28,0	—	—
$1\frac{1}{2}$	33,4	33,7	—	—

13. **Диаметры отверстий при нарезании метрических резьб метчиком, мм**

Диаметр резьбы, мм	Резьба крупным шагом	Резьба с шагом, мм						
		3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5
				Чугун, бронза				
6	4,9	—	—	—	—	—	5,2	5,5
7	5,9	—	—	—	—	—	6,2	6,1
8	6,6	—	—	—	—	6,8	7,1	7,4
9	7,6	—	—	—	—	7,8	8,1	8,4
10	8,3	—	—	—	8,8	9,1	9,4	9,6
11	9,3	—	—	—	9,8	10,1	10,4	10,6
12	10,0	—	—	10,5	10,8	11,2	11,5	11,5
14	11,7	—	—	12,3	12,8	13,2	13,5	13,5
16	13,7	—	—	14,3	—	14,8	15,2	15,5
18	15,1	—	16,3	16,3	—	17,2	17,5	—
20	17,1	—	18,3	18,3	—	19,2	19,5	—
22	19,1	—	20,3	20,3	—	21,2	21,5	—
24	20,6	—	21,7	22,3	—	22,9	23,2	—
27	23,6	—	24,7	25,3	—	26,0	26,2	—
30	26,0	—	27,7	28,3	—	29,0	29,2	—
33	29,0	—	30,7	31,3	—	32,0	32,2	—
36	31,4	32,6	33,7	34,3	—	35,0	—	—
				Сталь, латунь				
6	5,0	—	—	—	—	—	5,2	5,5
7	6,0	—	—	—	—	—	6,2	6,2
8	6,7	—	—	—	—	6,9	7,2	7,5
9	7,7	—	—	—	—	7,9	8,2	8,5
10	8,4	—	—	—	8,9	9,2	9,5	9,6
11	9,4	—	—	—	9,9	10,2	10,5	10,6
12	10,1	—	—	10,6	10,9	11,2	11,5	11,5
14	11,8	—	—	12,4	12,9	13,2	13,5	13,5
16	13,8	—	—	14,4	—	14,9	15,2	15,5
18	15,3	—	16,4	16,4	—	17,2	17,5	—
20	17,3	—	18,4	18,4	—	19,2	19,5	—
22	19,3	—	20,4	20,4	—	21,2	21,5	—
24	20,7	—	21,8	22,3	—	22,9	23,2	—
27	23,7	—	24,8	25,3	—	26,0	26,2	—
30	26,0	—	27,8	28,3	—	29,0	29,2	—
33	29,2	—	30,8	31,3	—	32,0	32,2	—
36	31,6	32,7	33,7	34,3	—	35,0	—	—

14. Диаметры стержней под резьбу при нарезании плашками

Резьба метрическая				Резьба дюймовая			Резьба трубная		
Диаметр резьбы, мм	Шаг, мм	Диаметр стержня, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр стержня, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр стержня, мм	
		наименьший	наибольший		наименьший	наибольший		наименьший	наибольший
6	1,00	5,80	5,92	1/4	5,9	6,0	1/8	9,4	9,5
8	1,25	7,80	7,90	5/16	7,5	7,6	1/4	12,7	13,0
10	1,50	9,75	9,85	3/8	9,1	9,2	3/8	16,2	16,5
12	1,75	11,76	11,88	—	—	—	1/2	20,4	20,7
14	2,00	13,70	13,82	—	—	—	—	—	—
16	2,00	15,70	15,82	1/2	12,1	12,2	5/8	22,4	22,7
18	2,5	17,70	17,82	—	—	—	—	—	—
20	2,5	19,72	19,86	5/8	15,3	15,4	3/4	25,9	26,2
22	2,5	21,72	21,86	—	—	—	—	—	—
24	3,00	23,65	23,79	3/4	18,4	18,5	7/8	29,9	30,0
27	3,00	26,65	26,79	—	—	—	—	—	—
30	3,50	29,60	29,74	7/8	21,5	21,6	1	32,7	33,0
—	—	—	—	1	24,6	24,8	$1^1/_8$	37,0	37,3
—	—	—	—	—	—	—	$1^1/_4$	41,4	41,7
—	—	—	—	$1^1/_4$	30,8	31,0	—	—	—

15. Выбор диаметра сверла по диаметру заклепки

Диаметр заклепки, мм...	2	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Диаметр сверла, мм...	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2

16. Углы заточки и установки шаберов в процессе обработки (град.)

Материал заготовки	β	α	δ
Сталь	$\frac{75...90^*}{65...75}$	$\frac{120...250}{15...25}$	$\frac{90...115}{80...100}$
Чугун, бронза	$\frac{90...100}{75...85}$	$\frac{12...25}{15...25}$	$\frac{105...125}{90...100}$
Алюминий, латунь	$\frac{30...40}{35...40}$	$\frac{20...30}{20...30}$	$\frac{55...70}{55...70}$

* В числителе указаны значения углов для плоских и полукруглых шаберов, а в знаменателе — для трехгранных.

ОГЛАВЛЕНИЕ

40 к.

